OSSERVATORIO ASTRONOMICO DI TORINO

# ANNUARIO 1977

*Scuola Salesiana del Libro - Catania*

*1976*

## PREMESSA

*Il presente Annuario continua anche per il 1977 la serie avviata nel 1968, e mantiene lo schema consueto.*

*I dati relativi al sorgere e tramontare del Sole e della Luna sono stati desunti anche questa volta dalle tabelle preparate a suo tempo dal prof. A. Kranjc, presso il centro di calcolo del C.N.E.N., sezione di Bologna.*

*Gli istanti di culminazione del Sole sono stati ricavati dalla Astronomical Ephemeris, a cura del sig. Antonio Di Battista.*

*Seguono la consueta relazione del direttore sull'attività dell'Osservatorio, nonché alcuni articoli, che speriamo possano interessare il lettore, cui rivolgiamo anche questa volta i nostri sinceri auguri per un sereno 1977.*

*L'Osservatorio Astronomico di Torino*

## CRONOLOGIA

L'anno 1977 corrisponde al 6690^mo^ anno del periodo giuliano. In altre parole, alle ore 12 del 1° Gennaio 1977 comincerà il 2.433.144^mo^ giorno dall'inizio di questa cronologia, introdotta ad uso esclusivo degli astronomi per una più facile collocazione degli eventi celesti (G.G. = giorno giuliano).

Il 14 Gennaio comincerà l'anno del calendario giuliano (in vigore prima del calendario gregoriano), che sarà il 2 730^mo^ dalla fondazione di Roma.

Il 12 Dicembre comincerà il 1 398^mo^ anno dell'era maomettana (Egira). Il 13 Settembre comincerà l'anno 5 738 del calendario ebraico moderno.

## COMPUTO ECCLESIASTICO GREGORIANO

| | |
|---|---|
| Lettera domenicale | B |
| Epatta | 10 |
| Numero d'oro (ciclo lunare) | II |
| Indizione romana | 15 |
| Ciclo solare | 26 |

## FESTE MOBILI

| | | | |
|---|---|---|---|
| Settuagesima | 6 Febbraio | Ascensione di N.S. | 19 Maggio |
| Le Ceneri | 23 Febbraio | Pentecoste | 29 Maggio |
| Pasqua di Res. | 10 Aprile | 1ª Dom. dell'Avv. | 27 Novembre |

Coordinate dell'Osservatorio astronomico di Torino
a Pino Torinese

(*Riflettore astrometrico REOSC*)

Longitudine . . $\lambda$ = $0^h\,31^m\,05^s,95$ Est (da Greenwich)
Latitudine . . . $\varphi$ = $45^\circ\,02'\,16'',3$ Nord
Quota . . . . . . q = 622 m sul livello del mare

# Calendario ed effemeridi del sole e della luna

Le ore indicate nel presente annuario sono in Tempo Medio dell'Europa Centrale (T.M.E.C.). Nel periodo di applicazione dell'ora legale, si aggiunga un'ora ai tempi segnati.

*Nota* - I dati del sorgere e tramontare del Sole e della Luna sono calcolati per l'Osservatorio di Pino Torinese. Per ottenere, con sufficiente approssimazione, gli analoghi dati relativamente ai capoluoghi di provincia del Piemonte e della Val d'Aosta, si applichi la correzione $\Delta$, riportata nell'ultima colonna della seguente tabella, arrotondando al minuto intero. Per avere l'istante della culminazione del Sole, occorre invece applicare il valore esatto della correzione stessa.

TABELLA

| Capoluogo | Latitudine $\varphi$ | Longitudine $\lambda$ | Correzione $\Delta$ |
|---|---|---|---|
| Torino (Pal. Madama) | 45°04'14"N | $0^h30^m44^s$E | $+0^m22^s$ |
| Alessandria | 44 51 51 | 0 34 27 | —3 21 |
| Aosta | 45 44 15 | 0 29 16 | +1 50 |
| Asti | 44 54 01 | 0 32 49 | —1 43 |
| Cuneo | 44 23 33 | 0 30 12 | +0 54 |
| Novara | 45 26 54 | 0 34 28 | —3 22 |
| Vercelli | 45 19 46 | 0 33 41 | —2 35 |

## GENNAIO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | S | 144.5 | $8^h08^m$ | $12^h32^m31^s.2$ | $16^h58^m$ | $14^h12^m$ | $4^h14^m$ |
| 2 | **D** | 145.5 | 8 08 | 12 32 59 .3 | 16 59 | 14 53 | 5 10 |
| 3 | L | 146.5 | 8 08 | 12 33 26 .9 | 17 00 | 15 39 | 6 03 |
| 4 | M | 147.5 | 8 08 | 12 33 54 .2 | 17 01 | 16 31 | 6 52 |
| 5 | M | 148.5 | 8 07 | 12 34 21 .1 | 17 28 | 17 28 | 7 37 |
| 6 | G | 149.5 | 8 07 | 12 34 47 .5 | 17 03 | 18 29 | 8 17 |
| 7 | V | 150.5 | 8 07 | 12 35 13 .5 | 17 04 | 19 33 | 8 54 |
| 8 | S | 151.5 | 8 07 | 12 35 39 .0 | 17 05 | 20 38 | 9 27 |
| 9 | **D** | 152.5 | 8 07 | 12 36 03 .9 | 17 06 | 21 45 | 9 59 |
| 10 | L | 153.5 | 8 06 | 12 36 28 .3 | 17 07 | 22 53 | 10 29 |
| 11 | M | 154.5 | 8 06 | 12 36 52 .2 | 17 08 | — | 10 59 |
| 12 | M | 155.5 | 8 05 | 12 37 15 .5 | 17 09 | 0 03 | 11 39 |
| 13 | G | 156.5 | 8 05 | 12 37 38 .2 | 17 11 | 1 13 | 12 06 |
| 14 | V | 157.5 | 8 05 | 12 38 00 .3 | 17 12 | 2 24 | 12 45 |
| 15 | S | 158.5 | 8 04 | 12 38 21 .8 | 17 13 | 3 35 | 13 30 |
| 16 | **D** | 159.5 | 8 03 | 12 38 42 .6 | 17 14 | 4 42 | 14 23 |
| 17 | L | 160.5 | 8 03 | 12 39 02 .7 | 17 16 | 5 44 | 15 23 |
| 18 | M | 161.5 | 8 02 | 12 39 22 .1 | 17 17 | 6 39 | 16 28 |
| 19 | M | 162.5 | 8 01 | 12 39 40 .8 | 17 18 | 7 27 | 17 37 |
| 20 | G | 163.5 | 8 01 | 12 39 58 .8 | 17 20 | 8 07 | 18 46 |
| 21 | V | 164.5 | 8 00 | 12 40 16 .0 | 17 21 | 8 42 | 19 54 |
| 22 | S | 165.5 | 7 59 | 12 40 32 .4 | 17 22 | 9 14 | 21 00 |
| 23 | **D** | 166.5 | 7 58 | 12 40 48 .1 | 17 24 | 9 42 | 22 04 |
| 24 | L | 167.5 | 7 57 | 12 41 02 .9 | 17 25 | 10 10 | 23 06 |
| 25 | M | 168.5 | 7 56 | 12 41 17 .0 | 17 26 | 10 38 | — |
| 26 | M | 169.5 | 7 55 | 12 41 30 .2 | 17 28 | 11 06 | 0 06 |
| 27 | G | 170.5 | 7 55 | 12 41 42 .6 | 17 29 | 11 37 | 1 05 |
| 28 | V | 171.5 | 7 53 | 12 41 54 .2 | 17 31 | 12 11 | 2 03 |
| 29 | S | 172.5 | 7 52 | 12 42 05 .0 | 17 32 | 12 49 | 2 59 |
| 30 | **D** | 173.5 | 7 51 | 12 42 14 .9 | 17 33 | 13 33 | 3 53 |
| 31 | L | 174.5 | 7 50 | 12 42 23 .9 | 17 35 | 14 22 | 4 43 |

Terra al perielio il 3 Gennaio a $11^h$.

Fasi lunari: **L. P.** il 5 a $13^h10^m$ — **U. Q.** il 12 a $20^h55^m$ — **L. N.** il 19 a $15^h11^m$ — **P. Q.** il 27 a $6^h11^m$

Luna perigea il 16 a $11^h$; apogea il 28 a $7^h$.
Il sole entra nel segno dell'Acquario il 20 a $5^h$ e $15^m$.
Il crepuscolo civile dura circa $33^m$ all'inizio e $30^m$ alla fine del mese.

## FEBBRAIO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | M | 175.5 | $7^h49^m$ | $12^h42^m32^s.2$ | $17^h36^m$ | $15^h16^m$ | $5^h30^m$ |
| 2 | M | 176.5 | 7 48 | 12 42 39 .6 | 17 38 | 16 16 | 6 13 |
| 3 | G | 177.5 | 7 47 | 12 42 46 .2 | 17 39 | 17 19 | 6 52 |
| 4 | V | 178.5 | 7 45 | 12 42 52 .0 | 17 40 | 18 26 | 7 28 |
| 5 | S | 179.5 | 7 44 | 12 42 57 .0 | 17 42 | 19 34 | 8 01 |
| 6 | **D** | 180.5 | 7 43 | 12 43 01 .2 | 17 43 | 20 43 | 8 32 |
| 7 | L | 181.5 | 7 42 | 12 43 04 .5 | 17 45 | 21 53 | 9 03 |
| 8 | M | 182.5 | 7 40 | 12 43 07 .1 | 17 46 | 23 04 | 9 35 |
| 9 | M | 183.5 | 7 39 | 12 43 08 .9 | 17 48 | — | 10 09 |
| 10 | G | 184.5 | 7 37 | 12 43 10 .0 | 17 49 | 0 15 | 10 47 |
| 11 | V | 185.5 | 7 36 | 12 43 10 .3 | 17 51 | 1 25 | 11 29 |
| 12 | S | 186.5 | 7 35 | 12 43 09 .9 | 17 52 | 2 32 | 12 18 |
| 13 | **D** | 187.5 | 7 33 | 12 43 08 .7 | 17 53 | 3 35 | 13 14 |
| 14 | L | 188.5 | 7 32 | 12 43 07 .3 | 17 55 | 4 31 | 14 15 |
| 15 | M | 189.5 | 7 30 | 12 43 04 .2 | 17 56 | 5 20 | 15 20 |
| 16 | M | 190.5 | 7 29 | 12 43 00 .8 | 17 58 | 6 02 | 16 28 |
| 17 | G | 191.5 | 7 27 | 12 42 56 .8 | 17 59 | 6 39 | 17 35 |
| 18 | V | 192.5 | 7 25 | 12 42 52 .1 | 18 00 | 7 12 | 18 42 |
| 19 | S | 193.5 | 7 24 | 12 42 46 .6 | 18 02 | 7 42 | 19 47 |
| 20 | **D** | 194.5 | 7 22 | 12 42 40 .6 | 18 03 | 8 11 | 20 50 |
| 21 | L | 195.5 | 7 21 | 12 42 33 .8 | 18 05 | 8 39 | 21 52 |
| 22 | M | 196.5 | 7 19 | 12 42 26 .4 | 18 06 | 9 07 | 22 52 |
| 23 | M | 197.5 | 7 17 | 12 42 18 .4 | 18 07 | 9 37 | 23 50 |
| 24 | G | 198.5 | 7 16 | 12 42 09 .7 | 18 09 | 10 10 | — |
| 25 | V | 199.5 | 7 14 | 12 42 00 .4 | 18 10 | 10 46 | 0 47 |
| 26 | S | 200.5 | 7 12 | 12 41 50 .6 | 18 12 | 11 27 | 1 42 |
| 27 | **D** | 201.5 | 7 10 | 12 41 40 .1 | 18 13 | 12 13 | 2 33 |
| 28 | L | 202.5 | 7 09 | 12 41 29 .1 | 18 14 | 13 05 | 3 21 |

Fasi lunari { **L. P.** il 4 a $4^h56^m$ — **L. N.** il 18 a $4^h37^m$
**U. Q.** l' 11 a $5^h$ $7^m$ — **P. Q.** il 26 a $3^h50^m$

Luna perigea l'11 a $5^h$; apogea il 25 a $4^h$.
Il Sole entra nel segno dei Pesci il 18 a $19^h$ $31^m$.
Il crepuscolo civile dura circa $30^m$ all'inizio e 29 minuti alla fine del mese.

## MARZO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | M | 203.5 | $7^h07^m$ | $12^h41^m17^s.6$ | $18^h16^m$ | $14^h01^m$ | $4^h06^m$ |
| 2 | M | 204.5 | 7 05 | 12 41 05 .5 | 18 17 | 15 02 | 4 46 |
| 3 | G | 205.5 | 7 03 | 12 40 53 .0 | 18 18 | 16 07 | 5 23 |
| 4 | V | 206.5 | 7 02 | 12 40 39 .9 | 18 20 | 17 15 | 5 58 |
| 5 | S | 207.5 | 7 00 | 12 40 26 .4 | 18 21 | 18 25 | 6 30 |
| 6 | **D** | 208.5 | 6 58 | 12 40 12 .5 | 18 22 | 19 37 | 7 02 |
| 7 | L | 209.5 | 6 56 | 12 39 58 .2 | 18 24 | 20 49 | 7 35 |
| 8 | M | 210.5 | 6 54 | 12 39 43 .5 | 18 25 | 22 02 | 8 09 |
| 9 | M | 211.5 | 6 53 | 12 39 28 .4 | 18 26 | 23 14 | 8 47 |
| 10 | G | 212.5 | 6 51 | 12 39 13 .0 | 18 28 | — | 9 29 |
| 11 | V | 213.5 | 6 49 | 12 38 57 .3 | 18 29 | 0 24 | 10 17 |
| 12 | S | 214.5 | 6 47 | 12 38 41 .3 | 18 30 | 1 28 | 11 10 |
| 13 | **D** | 215.5 | 6 45 | 12 38 25 .0 | 18 32 | 2 26 | 12 09 |
| 14 | L | 216.5 | 6 43 | 12 38 08 .5 | 18 33 | 3 17 | 13 12 |
| 15 | M | 217.5 | 6 42 | 12 37 51 .7 | 18 34 | 4 01 | 14 18 |
| 16 | M | 218.5 | 6 40 | 12 37 34 .7 | 18 36 | 4 39 | 15 24 |
| 17 | G | 219.5 | 6 38 | 12 37 17 .6 | 18 37 | 5 12 | 16 29 |
| 18 | V | 220.5 | 6 36 | 12 37 00 .2 | 18 38 | 5 42 | 17 34 |
| 19 | S | 221.5 | 6 34 | 12 36 42 .7 | 18 39 | 6 11 | 18 37 |
| 20 | **D** | 222.5 | 6 32 | 12 36 25 .0 | 18 41 | 6 40 | 19 39 |
| 21 | L | 223.5 | 6 30 | 12 36 07 .2 | 18 42 | 7 08 | 20 39 |
| 22 | M | 224.5 | 6 28 | 12 35 49 .3 | 18 43 | 7 38 | 21 39 |
| 23 | M | 225.5 | 6 26 | 12 35 31 .3 | 18 45 | 8 10 | 22 36 |
| 24 | G | 226.5 | 6 25 | 12 35 13 .2 | 18 46 | 8 44 | 23 32 |
| 25 | V | 227.5 | 6 23 | 12 34 55 .0 | 18 47 | 9 23 | — |
| 26 | S | 228.5 | 6 21 | 12 34 36 .8 | 18 48 | 10 07 | 0 24 |
| 27 | **D** | 229.5 | 6 19 | 12 34 18 .6 | 18 50 | 10 55 | 1 14 |
| 28 | L | 230.5 | 6 17 | 12 34 00 .4 | 18 51 | 11 49 | 1 59 |
| 29 | M | 231.5 | 6 15 | 12 33 42 .2 | 18 52 | 12 46 | 2 40 |
| 30 | M | 232.5 | 6 13 | 12 33 24 .0 | 18 53 | 13 48 | 3 18 |
| 31 | G | 233.5 | 6 11 | 12 33 05 .9 | 18 55 | 14 54 | 3 53 |

Fasi lunari: **L. P.** il 5 a $18^h13^m$ — **L. N.** il 19 a $19^h33^m$
**U. Q.** il 12 a $12^h35^m$ — **P. Q.** il 27 a $23^h27^m$

Luna perigea il 9 a $0^h$; apogea il 24 a $23^h$.
Il Sole entra nel segno dell'Ariete il 20 a $18^h$ $43^m$ (inizio della primavera).
Il crepuscolo civile dura circa $28^m$ per tutto il mese.

## APRILE

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | V | 234.5 | $6^h10^m$ | $12^h32^m47^s.9$ | $18^h56^m$ | $16^h02^m$ | $4^h26^m$ |
| 2 | S | 235.5 | 6 08 | 12 32 30 .0 | 18 57 | 17 13 | 4 58 |
| 3 | **D** | 236.5 | 6 06 | 12 32 12 .2 | 18 59 | 18 26 | 5 31 |
| 4 | L | 237.5 | 6 04 | 12 31 54 .5 | 19 00 | 19 40 | 6 05 |
| 5 | M | 238.5 | 6 02 | 12 31 37 .0 | 19 01 | 20 55 | 6 42 |
| 6 | M | 239.5 | 6 00 | 12 31 19 .7 | 19 02 | 22 09 | 7 23 |
| 7 | G | 240.5 | 5 59 | 12 31 02 .6 | 19 04 | 23 18 | 8 10 |
| 8 | V | 241.5 | 5 57 | 18 30 45 .7 | 19 05 | — | 9 04 |
| 9 | S | 242.5 | 5 55 | 12 30 29 .1 | 19 06 | 0 20 | 10 03 |
| 10 | **D** | 243.5 | 5 53 | 12 30 12 .8 | 19 07 | 1 14 | 11 06 |
| 11 | L | 244.5 | 5 51 | 12 29 56 .8 | 19 09 | 2 00 | 12 11 |
| 12 | M | 245.5 | 5 49 | 12 29 41 .1 | 19 10 | 2 40 | 13 17 |
| 13 | M | 246.5 | 5 48 | 12 29 25 .7 | 19 11 | 3 15 | 14 22 |
| 14 | G | 247.5 | 5 46 | 12 29 10 .6 | 19 12 | 3 46 | 15 25 |
| 15 | V | 248.5 | 5 44 | 12 28 55 .9 | 19 14 | 4 14 | 16 28 |
| 16 | S | 249.5 | 5 42 | 12 28 41 .6 | 19 15 | 4 42 | 17 30 |
| 17 | **D** | 250.5 | 5 41 | 12 28 27 .6 | 19 16 | 5 10 | 18 30 |
| 18 | L | 251.5 | 5 39 | 12 28 14 .1 | 19 18 | 5 39 | 19 30 |
| 19 | M | 252.5 | 5 37 | 12 28 00 .9 | 19 19 | 6 10 | 20 28 |
| 20 | M | 253.5 | 5 36 | 12 27 48 .1 | 19 20 | 6 44 | 21 24 |
| 21 | G | 254.5 | 5 34 | 12 27 35 .8 | 19 21 | 7 21 | 22 18 |
| 22 | V | 255.5 | 5 32 | 12 27 23 .9 | 19 23 | 8 03 | 23 08 |
| 23 | S | 256.5 | 5 31 | 12 27 12 .4 | 19 24 | 8 49 | 23 55 |
| 24 | **D** | 257.5 | 5 29 | 12 27 01 .4 | 19 25 | 9 40 | — |
| 25 | L | 258.5 | 5 27 | 12 26 50 .8 | 19 26 | 10 35 | 0 37 |
| 26 | M | 259.5 | 5 26 | 12 26 40 .7 | 19 28 | 11 34 | 1 15 |
| 27 | M | 260.5 | 5 24 | 12 26 31 .1 | 19 29 | 12 36 | 1 50 |
| 28 | G | 261.5 | 5 23 | 12 26 22 .0 | 19 30 | 13 41 | 2 23 |
| 29 | V | 262.5 | 5 21 | 12 26 13 .3 | 19 31 | 14 49 | 2 55 |
| 30 | S | 263.5 | 5 20 | 12 26 05 .2 | 19 33 | 16 00 | 3 26 |

Fasi lunari { **L. P.** il 4 a $5^h\ 9^m$ — **U. Q.** il 10 a $20^h15^m$ — **L. N.** il 18 a $11^h35^m$ — **P. Q.** il 26 a $15^h42^m$

Luna perigea il 5 a $22^h$; apogea il 21 a $13^h$.
Il Sole entra nel segno del Toro il 20 a $5^h\ 58^m$.
Il crepuscolo civile dura circa $28^m$ all'inizio e $31^m$ alla fine del mese.

## MAGGIO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE sorge | SOLE culmina | SOLE tramonta | LUNA sorge | LUNA tramonta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **D** | 264.5 | 5h18m | 12h25m57s.6 | 19h34m | 17h13m | 3h59m |
| 2 | L | 265.5 | 5 17 | 12 25 50 .5 | 19 35 | 18 28 | 4 34 |
| 3 | M | 266.5 | 5 15 | 12 25 43 .9 | 19 36 | 19 44 | 5 13 |
| 4 | M | 267.5 | 5 14 | 12 25 37 .9 | 19 38 | 20 57 | 5 58 |
| 5 | G | 268.5 | 5 12 | 12 25 32 .5 | 19 39 | 22 05 | 6 50 |
| 6 | V | 269.5 | 5 11 | 12 25 27 .6 | 19 40 | 23 05 | 7 48 |
| 7 | S | 270.5 | 5 10 | 12 25 23 .3 | 19 41 | 23 57 | 8 53 |
| 8 | **D** | 271.5 | 5 08 | 12 25 19 .6 | 19 42 | — | 10 00 |
| 9 | L | 272.5 | 5 07 | 12 25 16 .5 | 19 44 | 0 40 | 11 07 |
| 10 | M | 273.5 | 5 06 | 12 25 14 .0 | 19 45 | 1 17 | 12 14 |
| 11 | M | 274.5 | 5 04 | 12 25 12 .0 | 19 46 | 1 49 | 13 19 |
| 12 | G | 275.5 | 5 03 | 12 25 10 .7 | 19 47 | 2 19 | 14 22 |
| 13 | V | 276.5 | 5 02 | 12 25 10 .0 | 19 48 | 2 47 | 15 23 |
| 14 | S | 277.5 | 5 01 | 12 25 09 .8 | 19 50 | 3 14 | 16 24 |
| 15 | **D** | 278.5 | 5 00 | 12 25 10 .2 | 19 51 | 3 42 | 17 23 |
| 16 | L | 279.5 | 4 58 | 12 25 11 .2 | 19 52 | 4 12 | 18 21 |
| 17 | M | 280.5 | 4 57 | 12 25 12 .8 | 19 53 | 4 45 | 19 18 |
| 18 | M | 281.5 | 4 56 | 12 25 14 .9 | 19 54 | 5 21 | 20 13 |
| 19 | G | 282.5 | 4 55 | 12 25 17 .6 | 19 55 | 6 01 | 21 05 |
| 20 | V | 283.5 | 4 54 | 12 25 20 .8 | 19 56 | 6 46 | 21 53 |
| 21 | S | 284.5 | 4 53 | 12 25 24 .6 | 19 57 | 7 35 | 22 36 |
| 22 | **D** | 285.5 | 4 52 | 12 25 28 .8 | 19 58 | 8 28 | 23 15 |
| 23 | L | 286.5 | 4 52 | 12 25 33 .6 | 19 59 | 9 26 | 23 51 |
| 24 | M | 287.5 | 4 51 | 12 25 38 .8 | 20 00 | 10 26 | — |
| 25 | M | 288.5 | 4 50 | 12 25 44 .7 | 20 01 | 11 28 | 0 24 |
| 26 | G | 289.5 | 4 49 | 12 25 50 .8 | 20 02 | 12 33 | 0 55 |
| 27 | V | 290.5 | 4 48 | 12 25 57 .7 | 20 03 | 13 40 | 1 25 |
| 28 | S | 291.5 | 4 48 | 12 26 04 .8 | 20 04 | 14 49 | 1 56 |
| 29 | **D** | 292.5 | 4 47 | 12 26 12 .4 | 20 05 | 16 02 | 2 28 |
| 30 | L | 293.5 | 4 46 | 12 26 20 .4 | 20 06 | 17 16 | 3 04 |
| 31 | M | 294.5 | 4 46 | 12 26 28 .9 | 20 07 | 18 31 | 3 45 |

Fasi lunari { **L. P.** il 3 a 14h3m — **U. Q.** il 10 a 5h8m — **L. N.** il 18 a 3h51m — **P. Q.** il 26 a 4h20m

Luna perigea il 4 a 6h; apogea il 18 a 19h.
Il Sole entra nel segno dei Gemelli il 21 a 5h 15m.
Il crepuscolo civile dura circa 31m all'inizio e 35m alla fine del mese.

## GIUGNO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | M | 295.5 | 4h45m | 12h26m37s.7 | 20h08m | 19h42m | 4h33m |
| 2 | G | 296.5 | 4 45 | 12 26 47 .0 | 20 09 | 20 48 | 5 29 |
| 3 | V | 297.5 | 4 44 | 12 26 56 .6 | 20 10 | 21 46 | 6 32 |
| 4 | S | 298.5 | 4 44 | 12 27 06 .6 | 20 10 | 22 34 | 7 40 |
| 5 | D | 299.5 | 4 43 | 12 27 16 .9 | 20 11 | 23 15 | 8 50 |
| 6 | L | 300.5 | 4 43 | 12 27 27 .6 | 20 12 | 23 50 | 9 59 |
| 7 | M | 301.5 | 4 42 | 12 27 38 .6 | 20 13 | — | 11 07 |
| 8 | M | 302.5 | 4 42 | 12 27 50 .0 | 20 13 | 0 22 | 12 12 |
| 9 | G | 303.5 | 4 42 | 12 28 01 .6 | 20 14 | 0 51 | 13 15 |
| 10 | V | 304.5 | 4 42 | 12 28 13 .4 | 20 15 | 1 19 | 14 17 |
| 11 | S | 305.5 | 4 41 | 12 28 25 .6 | 20 15 | 1 47 | 15 16 |
| 12 | D | 306.5 | 4 41 | 12 28 37 .9 | 20 16 | 2 16 | 16 15 |
| 13 | L | 307.5 | 4 41 | 12 28 50 .4 | 20 16 | 2 47 | 17 13 |
| 14 | M | 308.5 | 4 41 | 12 29 03 .1 | 20 17 | 3 21 | 18 08 |
| 15 | M | 309.5 | 4 41 | 12 29 15 .9 | 20 17 | 4 00 | 19 01 |
| 16 | G | 310.5 | 4 41 | 12 29 28 .9 | 20 18 | 4 43 | 19 50 |
| 17 | V | 311.5 | 4 41 | 12 29 42 .0 | 20 18 | 5 31 | 20 36 |
| 18 | S | 312.5 | 4 41 | 12 29 55 .1 | 20 18 | 6 23 | 21 17 |
| 19 | D | 313.5 | 4 41 | 12 30 08 .2 | 20 19 | 7 19 | 21 54 |
| 20 | L | 314.5 | 4 42 | 12 30 21 .4 | 20 19 | 8 19 | 22 27 |
| 21 | M | 315.5 | 4 42 | 12 30 34 .5 | 20 19 | 9 20 | 22 59 |
| 22 | M | 316.5 | 4 42 | 12 30 47 .6 | 20 19 | 10 23 | 23 29 |
| 23 | G | 317.5 | 4 42 | 12 31 00 .6 | 20 19 | 11 28 | 23 58 |
| 24 | V | 318.5 | 4 43 | 12 31 13 .5 | 20 20 | 12 35 | — |
| 25 | S | 319.5 | 4 43 | 12 31 26 .8 | 20 20 | 13 44 | 0 29 |
| 26 | D | 320.5 | 4 43 | 12 31 38 .9 | 20 20 | 14 55 | 1 02 |
| 27 | L | 321.5 | 4 44 | 12 31 51 .4 | 20 20 | 16 07 | 1 39 |
| 28 | M | 322.5 | 4 44 | 12 32 03 .7 | 20 20 | 17 19 | 2 22 |
| 29 | M | 323.5 | 4 45 | 12 32 15 .8 | 20 20 | 18 27 | 3 12 |
| 30 | G | 324.5 | 4 45 | 12 32 27 .6 | 20 20 | 19 29 | 4 10 |

Fasi lunari { **L. P.** l'1 a 21h 31m — **U. Q.** l'8 a 16h 7m — **L. N.** il 16 a 19h 23m. — **P. Q.** il 24 a 13h 44m.

Luna perigea l'1 a 16h; apogea il 14 a 22h.
Il Sole entra nel segno del Cancro il 21 a 13h 14m (inizio dell'estate)
Il crepuscolo civile dura circa 36m all'inizio e 37m alla fine del mese.

## LUGLIO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE sorge | SOLE culmina | SOLE tramonta | LUNA sorge | LUNA tramonta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | V | 325.5 | $4^h46^m$ | $12^h32^m39^s.3$ | $20^h19^m$ | $20^h23^m$ | $5^h15^m$ |
| 2 | S | 326.5 | 4 46 | 12 32 50 .6 | 20 19 | 21 09 | 6 25 |
| 3 | **D** | 327.5 | 4 47 | 12 33 01 .7 | 20 19 | 21 48 | 7 37 |
| 4 | L | 328.5 | 4 47 | 12 33 12 .5 | 20 19 | 22 22 | 8 48 |
| 5 | M | 329.5 | 4 48 | 12 33 23 .0 | 20 18 | 22 52 | 9 56 |
| 6 | M | 330.5 | 4 49 | 12 33 33 .2 | 20 18 | 23 21 | 11 02 |
| 7 | G | 331.5 | 4 50 | 12 33 43 .0 | 20 18 | 23 50 | 12 05 |
| 8 | V | 332.5 | 4 50 | 12 33 52 .4 | 20 17 | — | 13 07 |
| 9 | S | 333.5 | 4 51 | 12 34 01 .5 | 20 17 | 0 19 | 14 07 |
| 10 | **D** | 334.5 | 4 52 | 12 34 10 .2 | 20 16 | 0 49 | 15 05 |
| 11 | L | 335.5 | 4 53 | 12 34 18 .5 | 20 16 | 1 23 | 16 01 |
| 12 | M | 336.5 | 4 54 | 12 34 26 .4 | 20 15 | 1 59 | 16 55 |
| 13 | M | 337.5 | 4 54 | 12 34 33 .8 | 20 15 | 2 41 | 17 46 |
| 14 | G | 338.5 | 4 55 | 12 34 40 .7 | 20 14 | 3 27 | 18 33 |
| 15 | V | 339.5 | 4 56 | 12 34 47 .1 | 20 13 | 4 18 | 19 16 |
| 16 | S | 340.5 | 4 57 | 12 34 53 .1 | 20 12 | 5 13 | 19 55 |
| 17 | **D** | 341.5 | 4 58 | 12 34 58 .5 | 20 12 | 6 12 | 20 30 |
| 18 | L | 342.5 | 4 59 | 12 35 03 .4 | 20 11 | 7 13 | 21 03 |
| 19 | M | 343.5 | 5 00 | 12 35 07 .7 | 20 10 | 8 16 | 21 33 |
| 20 | M | 344.5 | 5 01 | 12 35 11 .5 | 20 09 | 9 20 | 22 03 |
| 21 | G | 345.5 | 5 02 | 12 35 14 .7 | 20 08 | 10 26 | 22 33 |
| 22 | V | 346.5 | 5 03 | 12 35 17 .4 | 20 07 | 11 33 | 23 05 |
| 23 | S | 347.5 | 5 04 | 12 35 19 .4 | 20 06 | 12 42 | 23 39 |
| 24 | **D** | 348.5 | 5 05 | 12 35 20 .8 | 20 05 | 13 52 | — |
| 25 | L | 349.5 | 5 06 | 12 35 21 .6 | 20 04 | 15 02 | 0 18 |
| 26 | M | 350.5 | 5 07 | 12 35 21 .8 | 20 03 | 16 09 | 1 03 |
| 27 | M | 351.5 | 5 08 | 12 35 21 .4 | 20 02 | 17 13 | 1 56 |
| 28 | G | 352.5 | 5 09 | 12 35 20 .4 | 20 01 | 18 09 | 2 56 |
| 29 | V | 353.5 | 5 11 | 12 35 18 .8 | 20 00 | 18 59 | 4 03 |
| 30 | S | 354.5 | 5 12 | 12 35 16 .5 | 19 59 | 19 41 | 5 13 |
| 31 | **D** | 355.5 | 5 13 | 12 35 13 .7 | 19 58 | 20 18 | 6 25 |

Fasi lunari
- **L. P.** l' 1 a $4^h24^m$
- **U. Q.** l' 8 a $5^h39^m$
- **L. P.** il 30 a $11^h52^m$.
- **L. N.** il 16 a $9^h$ $37^m$.
- **P. Q.** il 23 a $20^h$ $38^m$.

Terra all'afelio il 5 a $21^h$.
Luna perigea l'1 a $1^h$; apogea il 12 a $9^h$; perigea il 28 a $3^h$.
Il Sole entra nel segno del Leone il 23 a $0^h$ $4^m$.
Il crepuscolo civile dura $37^m$ all'inizio e $35^m$ alla fine del mese.

## AGOSTO

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | L | 356.5 | $5^h14^m$ | $12^h35^m10^s.2$ | $19^h56^m$ | $20^h51^m$ | $7^h35^m$ |
| 2 | M | 357.5 | 5 15 | 12 35 06 .2 | 19 55 | 21 22 | 8 43 |
| 3 | M | 358.5 | 5 16 | 12 35 01 .5 | 19 54 | 21 51 | 9 49 |
| 4 | G | 359.5 | 5 17 | 12 34 56 .3 | 19 52 | 22 20 | 10 53 |
| 5 | V | 360.5 | 5 19 | 12 34 50 .5 | 19 51 | 22 51 | 11 55 |
| 6 | S | 361.5 | 5 20 | 12 34 44 .1 | 19 50 | 23 23 | 12 54 |
| 7 | D | 362.5 | 5 21 | 12 34 37 .1 | 19 48 | 23 59 | 13 52 |
| 8 | L | 363.5 | 5 22 | 12 34 29 .5 | 19 47 | — | 14 47 |
| 9 | M | 364.5 | 5 23 | 12 34 21 .4 | 19 45 | 0 38 | 15 39 |
| 10 | M | 365.5 | 5 24 | 12 34 12 .7 | 19 44 | 1 22 | 16 28 |
| 11 | G | 366.5 | 5 26 | 12 34 03 .5 | 19 42 | 2 11 | 17 12 |
| 12 | V | 367.5 | 5 27 | 12 33 53 .7 | 19 41 | 3 05 | 17 53 |
| 13 | S | 368.5 | 5 28 | 12 33 43 .4 | 19 39 | 4 02 | 18 30 |
| 14 | D | 369.5 | 5 29 | 12 33 32 .5 | 19 38 | 5 03 | 19 04 |
| 15 | L | 370.5 | 5 30 | 12 33 21 .1 | 19 36 | 6 06 | 19 36 |
| 16 | M | 371.5 | 5 32 | 12 33 09 .1 | 19 35 | 7 11 | 20 07 |
| 17 | M | 372.5 | 5 33 | 12 32 56 .6 | 19 33 | 8 18 | 20 37 |
| 18 | G | 373.5 | 5 34 | 12 32 43 .6 | 19 31 | 9 25 | 21 09 |
| 19 | V | 374.5 | 5 35 | 12 32 30 .1 | 19 30 | 10 34 | 21 42 |
| 20 | S | 375.5 | 5 36 | 12 32 16 .1 | 19 28 | 11 43 | 22 20 |
| 21 | D | 376.5 | 5 38 | 12 32 01 .6 | 19 26 | 12 52 | 23 02 |
| 22 | L | 377.5 | 5 39 | 12 31 46 .6 | 19 25 | 13 59 | 23 51 |
| 23 | M | 378.5 | 5 40 | 12 31 31 .1 | 19 23 | 15 02 | — |
| 24 | M | 379.5 | 5 41 | 12 31 15 .2 | 19 21 | 16 00 | 0 46 |
| 25 | G | 380.5 | 5 42 | 12 30 58 .9 | 19 20 | 16 51 | 1 48 |
| 26 | V | 381.5 | 5 44 | 12 30 42 .1 | 19 18 | 17 35 | 2 55 |
| 27 | S | 382.5 | 5 45 | 12 30 25 .0 | 19 16 | 18 14 | 4 05 |
| 28 | D | 383.5 | 5 46 | 12 30 07 .4 | 19 14 | 18 48 | 5 15 |
| 29 | L | 384.5 | 5 47 | 12 29 49 .5 | 19 13 | 19 20 | 6 23 |
| 30 | M | 385.5 | 5 48 | 12 29 31 .2 | 19 11 | 19 50 | 7 31 |
| 31 | M | 386.5 | 5 50 | 12 29 12 .6 | 19 09 | 20 20 | 8 36 |

Fasi lunari { **U. Q.** il 6 a $21^h40^m$ — **P. Q.** il 22 a $2^h$ $4^m$.
**L. N.** il 14 a $22^h31^m$ — **L. P.** il 28 a $21^h$ $10^m$.

Luna apogea il 10 a $1^h$; perigea il 24 a $10^h$.
Il Sole entra nel segno della Vergine il 6 a $2^h$.
Il crepuscolo civile dura circa $34^m$ all'inizio e $30^m$ alla fine del mese.

## SETTEMBRE

| Data | | G. G. 2443... | SOLE sorge | SOLE culmina | SOLE tramonta | LUNA sorge | LUNA tramonta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | G | 387.5 | $5^h51^m$ | $12^h28^m53^s.7$ | $19^h07^m$ | $20^h50^m$ | $9^h39^m$ |
| 2 | V | 388.5 | 5 52 | 12 28 34 .6 | 19 05 | 21 22 | 10 41 |
| 3 | S | 389.5 | 5 53 | 12 28 15 .1 | 19 03 | 21 57 | 11 40 |
| 4 | **D** | 390.5 | 5 54 | 12 27 55 .5 | 19 02 | 22 35 | 12 36 |
| 5 | L | 391.5 | 5 55 | 12 27 35 .6 | 19 00 | 23 17 | 13 30 |
| 6 | M | 392.5 | 5 57 | 12 27 15 .4 | 18 58 | — | 14 20 |
| 7 | M | 393.5 | 5 58 | 12 26 55 .1 | 18 56 | 0 04 | 15 06 |
| 8 | G | 394.5 | 5 59 | 12 26 34 .7 | 18 54 | 0 55 | 15 48 |
| 9 | V | 395.5 | 6 00 | 12 26 14 .0 | 18 52 | 1 50 | 16 27 |
| 10 | S | 396.5 | 6 01 | 12 25 53 .3 | 18 50 | 2 50 | 17 02 |
| 11 | **D** | 397.5 | 6 03 | 12 25 32 .4 | 18 48 | 3 52 | 17 35 |
| 12 | L | 398.5 | 6 04 | 12 25 11 .4 | 18 47 | 4 57 | 18 07 |
| 13 | M | 399.5 | 6 05 | 12 24 50 .3 | 18 45 | 6 03 | 18 38 |
| 14 | M | 400.5 | 6 06 | 12 24 29 .1 | 18 43 | 7 12 | 19 10 |
| 15 | G | 401.5 | 6 07 | 12 24 07 .9 | 18 41 | 8 22 | 19 44 |
| 16 | V | 402.5 | 6 09 | 12 23 46 .6 | 18 39 | 9 32 | 20 20 |
| 17 | S | 403.5 | 6 10 | 12 23 25 .3 | 18 37 | 10 43 | 21 02 |
| 18 | **D** | 404.5 | 6 11 | 12 23 04 .0 | 18 35 | 11 51 | 21 49 |
| 19 | L | 405.5 | 6 12 | 12 22 42 .7 | 18 33 | 12 56 | 22 42 |
| 20 | M | 406.5 | 6 13 | 12 22 21 .5 | 18 31 | 13 55 | 23 42 |
| 21 | M | 407.5 | 6 15 | 12 22 00 .2 | 18 29 | 14 47 | — |
| 22 | G | 408.5 | 6 16 | 12 21 39 .1 | 18 27 | 15 32 | 0 46 |
| 23 | V | 409.5 | 6 17 | 12 21 18 .0 | 18 25 | 16 12 | 1 53 |
| 24 | S | 410.5 | 6 18 | 12 20 57 .1 | 18 24 | 16 47 | 3 01 |
| 25 | **D** | 411.5 | 6 19 | 12 20 36 .2 | 18 22 | 17 19 | 4 08 |
| 26 | L | 412.5 | 6 21 | 12 20 15 .6 | 18 20 | 17 50 | 5 15 |
| 27 | M | 413.5 | 6 22 | 12 19 55 .1 | 18 18 | 18 19 | 6 20 |
| 28 | M | 414.5 | 6 23 | 12 29 34 .8 | 18 16 | 18 50 | 7 24 |
| 29 | G | 415.5 | 6 24 | 12 19 14 .8 | 18 14 | 19 21 | 8 27 |
| 30 | V | 416.5 | 6 26 | 12 18 55 .0 | 18 12 | 19 55 | 9 27 |

Fasi lunari { **U. Q.** il 5 a $15^h33^m$ — **L. N.** il 13 a $10^h23^m$ — **P. Q.** il 20 a $7^h18^m$. — **L. P.** il 27 a $9^h17^m$.

Luna apogea il 5 a $19^h$; perigea il 18 a $10^h$.
Il Sole entra nel segno della Bilancia il 23 a $4^h$ $30^m$ (inizio autunno).
Il crepuscolo civile dura circa $30^m$ all'inizio e $29^m$ alla fine del mese.

## OTTOBRE

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | S | 417.5 | $6^h27^m$ | $12^h18^m35^s.5$ | $18^h10^m$ | $20^h31^m$ | $10^h25^m$ |
| 2 | D | 418.5 | 6 28 | 12 18 16 .3 | 18 08 | 21 12 | 11 20 |
| 3 | L | 419.5 | 6 29 | 12 17 57 .5 | 18 07 | 21 57 | 12 12 |
| 4 | M | 420.5 | 6 30 | 12 17 39 .0 | 18 05 | 22 46 | 12 59 |
| 5 | M | 421.5 | 6 32 | 12 17 20 .8 | 18 03 | 23 39 | 13 43 |
| 6 | G | 422.5 | 6 33 | 12 17 03 .0 | 18 01 | — | 14 22 |
| 7 | V | 423.5 | 6 34 | 12 16 45 .7 | 17 59 | 0 35 | 14 58 |
| 8 | S | 424.5 | 6 36 | 12 16 28 .8 | 17 57 | 1 35 | 15 32 |
| 9 | D | 425.5 | 6 37 | 12 16 12 .3 | 17 55 | 2 38 | 16 04 |
| 10 | L | 426.5 | 6 38 | 12 15 56 .3 | 17 54 | 3 44 | 16 35 |
| 11 | M | 427.5 | 6 39 | 12 15 40 .7 | 17 52 | 4 52 | 17 07 |
| 12 | M | 428.5 | 6 41 | 12 15 25 .7 | 17 50 | 6 02 | 17 40 |
| 13 | G | 429.5 | 6 42 | 12 15 11 .1 | 17 48 | 7 14 | 18 17 |
| 14 | V | 430.5 | 6 43 | 12 14 57 .1 | 17 46 | 8 27 | 18 57 |
| 15 | S | 431.5 | 6 44 | 12 14 43 .6 | 17 45 | 9 38 | 19 44 |
| 16 | D | 432.5 | 6 46 | 12 14 30 .7 | 17 43 | 10 47 | 20 36 |
| 17 | L | 433.5 | 6 47 | 12 14 18 .3 | 17 41 | 11 49 | 21 35 |
| 18 | M | 434.5 | 6 48 | 12 14 06 .5 | 17 40 | 12 44 | 22 39 |
| 19 | M | 435.5 | 6 50 | 12 13 55 .3 | 17 38 | 13 32 | 23 45 |
| 20 | G | 436.5 | 6 51 | 12 13 44 .7 | 17 36 | 14 13 | — |
| 21 | V | 437.6 | 6 52 | 12 13 34 .8 | 17 35 | 14 49 | 0 52 |
| 22 | S | 438.5 | 6 54 | 12 13 25 .4 | 17 33 | 15 21 | 1 59 |
| 23 | D | 439.5 | 6 55 | 12 13 16 .8 | 17 31 | 15 52 | 3 05 |
| 24 | L | 440.5 | 6 56 | 12 13 08 .8 | 17 30 | 16 21 | 4 09 |
| 25 | M | 441.5 | 6 58 | 12 13 01 .4 | 17 28 | 16 50 | 5 13 |
| 26 | M | 442.5 | 6 59 | 12 12 54 .9 | 17 26 | 17 21 | 6 15 |
| 27 | G | 443.5 | 7 00 | 12 12 49 .1 | 17 25 | 17 53 | 7 16 |
| 28 | V | 444.5 | 7 02 | 12 12 44 .0 | 17 23 | 18 29 | 8 15 |
| 29 | S | 445.5 | 7 03 | 12 12 39 .6 | 17 22 | 19 08 | 9 11 |
| 30 | D | 446.5 | 7 05 | 12 12 36 .1 | 17 20 | 19 51 | 10 05 |
| 31 | L | 447.5 | 7 06 | 12 12 33 .3 | 17 19 | 20 38 | 10 54 |

Fasi lunari { **U. Q.** il 5 a $10^h$ $21^m$ — **P. Q.** il 19 a $13^h$ $46^m$.
**L. N.** il 12 a $21^h$ $31^m$ — **L. P.** il 27 a $0^h$ $35^m$.

Luna apogea il 3 a $15^h$; perigea il 15 a $10^h$; apogea il 31 a $9^h$.
Il Sole entra nel segno dello Scorpione il 23 a $13^h41^m$.
Il crepuscolo civile dura $29^m$ all'inizio e $31^m$ alla fine del mese.

## NOVEMBRE

| Data | | G. G. 2443... | SOLE | | | LUNA | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | sorge | culmina | tramonta | sorge | tramonta |
| 1 | M | 448.5 | 7h07m | 12h12m31s.3 | 17h18m | 21h29m | 11h39m |
| 2 | M | 449.5 | 7 09 | 12 12 30 .2 | 17 16 | 22 24 | 12 19 |
| 3 | G | 450.5 | 7 10 | 12 12 29 .9 | 17 15 | 23 21 | 12 56 |
| 4 | V | 451.5 | 7 11 | 12 12 30 .4 | 17 13 | — | 13 30 |
| 5 | S | 452.5 | 7 13 | 12 12 31 .7 | 17 12 | 0 22 | 14 02 |
| 6 | **D** | 453.5 | 7 14 | 12 12 33 .9 | 17 11 | 1 24 | 14 32 |
| 7 | L | 454.5 | 7 16 | 12 12 36 .9 | 17 09 | 2 30 | 15 03 |
| 8 | M | 455.5 | 7 17 | 12 12 40 .8 | 17 08 | 3 38 | 15 35 |
| 9 | M | 456.5 | 7 18 | 12 12 45 .6 | 17 07 | 4 48 | 16 09 |
| 10 | G | 457.5 | 7 20 | 12 12 51 .2 | 17 06 | 6 01 | 16 48 |
| 11 | V | 458.5 | 7 21 | 12 12 57 .7 | 17 05 | 7 15 | 17 32 |
| 12 | S | 459.5 | 7 23 | 12 13 05 .0 | 17 04 | 8 28 | 18 23 |
| 13 | **D** | 460.5 | 7 24 | 12 13 13 .2 | 17 02 | 9 35 | 19 22 |
| 14 | L | 461.5 | 7 25 | 12 13 22 .2 | 17 01 | 10 36 | 20 26 |
| 15 | M | 462.5 | 7 27 | 12 13 32 .0 | 17 00 | 11 29 | 21 34 |
| 16 | M | 463.5 | 7 28 | 12 13 42 .7 | 16 59 | 12 13 | 22 44 |
| 17 | G | 464.5 | 7 29 | 12 13 54 .1 | 16 58 | 12 52 | 23 51 |
| 18 | V | 465.5 | 7 31 | 12 14 06 .4 | 16 58 | 13 25 | — |
| 19 | S | 466.5 | 7 32 | 12 14 19 .5 | 16 57 | 13 56 | 0 57 |
| 20 | **D** | 467.5 | 7 33 | 12 14 33 .4 | 16 56 | 14 25 | 2 02 |
| 21 | L | 468.5 | 7 35 | 12 14 48 .1 | 16 55 | 14 54 | 3 05 |
| 22 | M | 469.5 | 7 36 | 12 15 03 .6 | 16 54 | 15 23 | 4 07 |
| 23 | M | 470.5 | 7 37 | 12 15 19 .8 | 16 53 | 15 55 | 5 08 |
| 24 | G | 471.5 | 7 39 | 12 15 36 .9 | 16 53 | 16 28 | 6 07 |
| 25 | V | 472.5 | 7 40 | 12 15 54 .7 | 16 52 | 17 06 | 7 05 |
| 26 | S | 473.5 | 7 41 | 12 16 13 .2 | 16 52 | 17 47 | 7 59 |
| 27 | **D** | 474.5 | 7 42 | 12 16 32 .5 | 16 51 | 18 33 | 8 50 |
| 28 | L | 475.5 | 7 44 | 12 16 52 .5 | 16 50 | 19 23 | 9 37 |
| 29 | M | 476.5 | 7 45 | 12 17 13 .2 | 16 50 | 20 16 | 10 19 |
| 30 | M | 477.5 | 7 46 | 12 17 35 .6 | 16 49 | 21 12 | 10 57 |

Fasi lunari { **U. Q.** il 4 a 4h58n — **L. N.** l'11 a 8h 9m — **P. Q.** il 17 a 22h52m. — **L. P.** il 25 a 18h31m.

Luna perigea il 12 a 13h; apogea il 27 a 22h.
Il Sole entra nel segno del Sagittario il 22 a 11h 7m.
Il crepuscolo civile dura circa 31m all'inizio e 33m alla fine del mese.

## DICEMBRE

| Data | | G. G. 2443... | SOLE sorge | SOLE culmina | SOLE tramonta | LUNA sorge | LUNA tramonta |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | G | 478.5 | 7h47m | 12h17m56s.7 | 16h49m | 22h10m | 11h31m |
| 2 | V | 479.5 | 7 48 | 12 18 19 .5 | 16 49 | 23 11 | 12 03 |
| 3 | S | 480.5 | 7 49 | 12 18 42 .9 | 16 48 | — | 12 33 |
| 4 | **D** | 481.5 | 7 51 | 12 19 06 .9 | 16 48 | 0 13 | 13 02 |
| 5 | L | 482.5 | 7 52 | 12 19 31 .5 | 16 48 | 1 18 | 13 32 |
| 6 | M | 483.5 | 7 53 | 12 19 56 .7 | 16 48 | 2 25 | 14 04 |
| 7 | M | 484.5 | 7 54 | 12 20 22 .4 | 16 47 | 3 35 | 14 39 |
| 8 | G | 485.5 | 7 55 | 12 20 48 .6 | 16 47 | 4 47 | 15 19 |
| 9 | V | 486.5 | 7 56 | 12 21 15 .3 | 16 47 | 6 00 | 16 06 |
| 10 | S | 487.5 | 7 57 | 12 21 42 .5 | 16 47 | 7 11 | 17 01 |
| 11 | **D** | 488.5 | 7 57 | 12 22 10 .1 | 16 47 | 8 18 | 18 04 |
| 12 | L | 489.5 | 7 58 | 12 22 38 .0 | 16 47 | 9 17 | 19 12 |
| 13 | M | 490.5 | 7 59 | 12 23 06 .3 | 16 48 | 10 07 | 20 24 |
| 14 | M | 491.5 | 8 00 | 12 23 34 .9 | 16 48 | 10 50 | 21 35 |
| 15 | G | 492.5 | 8 01 | 12 24 03 .7 | 16 48 | 11 27 | 22 45 |
| 16 | V | 493.5 | 8 01 | 12 24 32 .8 | 16 48 | 11 59 | 23 52 |
| 17 | S | 494.5 | 8 02 | 12 25 02 .1 | 16 48 | 12 29 | — |
| 18 | **D** | 495.5 | 8 03 | 12 25 31 .6 | 16 49 | 12 58 | 0 57 |
| 19 | L | 496.5 | 8 03 | 12 26 01 .2 | 16 49 | 13 28 | 2 00 |
| 20 | M | 497.5 | 8 04 | 12 26 30 .8 | 16 50 | 13 58 | 3 01 |
| 21 | M | 498.5 | 8 04 | 12 27 00 .6 | 16 50 | 14 30 | 4 01 |
| 22 | G | 499.5 | 8 05 | 12 27 30 .4 | 16 50 | 15 06 | 4 58 |
| 23 | V | 500.5 | 8 05 | 12 28 00 .2 | 16 51 | 15 46 | 5 54 |
| 24 | S | 501.5 | 8 06 | 12 28 30 .0 | 16 52 | 16 30 | 6 46 |
| 25 | **D** | 502.5 | 8 06 | 12 28 59 .7 | 16 52 | 17 18 | 7 34 |
| 26 | L | 503.5 | 8 07 | 12 29 29 .3 | 16 53 | 18 10 | 8 19 |
| 27 | M | 504.5 | 8 07 | 12 29 58 .9 | 16 54 | 19 05 | 8 58 |
| 28 | M | 505.5 | 8 07 | 12 30 28 .2 | 16 54 | 20 03 | 9 34 |
| 29 | G | 506.5 | 8 07 | 12 30 57 .4 | 16 55 | 21 03 | 10 07 |
| 30 | V | 507.5 | 8 07 | 12 31 26 .4 | 16 56 | 22 04 | 10 37 |
| 31 | S | 508.5 | 8 08 | 12 31 55 .1 | 16 57 | 23 06 | 11 06 |

Fasi lunari { **U. Q.** il 3 a 22h16m — **P. Q.** il 17 a 11h37m.
**L. N.** il 10 a 18h33m — **L. P.** il 25 a 13h49m.

Luna perigea l'11 a 0h; apogea il 24 a 22h.
Il Sole entra nel segno del Capricorno il 22 a 0h24m (inizio dell'inverno).
Il crepuscolo civile dura circa 34m per tutto il mese.

# I pianeti nel 1977

Come di consueto, la Tabella I riporta le date di massima elongazione per Mercurio (cioè l'angolo geocentrico massimo fra il pianeta e il Sole).

Dalla Tabella I si deduce che Mercurio sarà visibile al mattino fra il 10 Gennaio e il 4 Marzo, fra il 7 Maggio e il 22 Giugno, fra l'11 Settembre e il 5 Ottobre e dal 26 Dicembre in poi. Il pianeta sarà più brillante alla fine di ciascun periodo. Sarà visibile alla sera fra il 26 Marzo e il 24 Aprile, fra il 9 Luglio e il 1° Settembre, fra il 4 Novembre e il 17 Dicembre, la massima luminosità avendosi, in questo caso, all'inizio di ciascun periodo.

In queste date la visibilità di questo pianeta è ottimale, pur restando sempre difficile, poco prima dell'alba o subito dopo il tramonto. Si ricordi tuttavia che l'elongazione è un angolo contato lungo l'eclittica, la quale non è sempre inclinata ugualmente rispetto all'orizzonte. Alle nostre latitudini questa inclinazione è massima in autunno al mattino e alla sera in primavera (è in queste epoche — incidentalmente — che si vede meglio la *luce zodiacale*).

Oltre all'angolo di elongazione, la Tabella I riporta il diametro apparente, in secondi d'arco e la magnitudine stellare. (Ricordiamo che la magnitudine è un numero che esprime l'illuminamento prodotto da una stella sulla superficie terrestre: al crescere dell'illuminamento la magnitudine *diminuisce* logaritmicamente, secondo una scala tale che una stella di magnitudine 0.0, la quale produce un illuminamento di $2.1 \times 10^{-6}$ lux, appare cento volte *più* luminosa di una stella di magnitudine 5.0).

Queste notizie si dànno per consuetudine, perché ormai l'os-

servazione tradizionale di Mercurio non ha più molto significato, dopo che la superficie di questo pianeta ci è stata rivelata in ogni dettaglio dal Mariner 10.

TABELLA I
*Visibilità di Mercurio nel 1977*

| Elongazione Est (serotino) | | | | Elongazione Ovest (mattutino) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Data | Elong. | Diam. | Magn. | Data | Elong. | Diam. | Magn. |
| Apr 10 a $17^h$ | 19° | 7".70 | $+0^m.3$ | Gen 29 a $01^h$ | 25° | 6".68 | $+0^m.1$ |
| Ago 08 a 21 | 27 | 7 .52 | +0 .6 | Mag 28 a 00 | 25 | 8 .16 | +0 .7 |
| Dic 03 a 09 | 21 | 6 .54 | —0 .2 | Set 21 a 09 | 18 | 7 .12 | 0 .0 |

Quanto a *Venere*, la Tabella II riassume le sue condizioni di visibilità durante il 1977. Essa sarà visibile di sera nella prima parte dell'anno, di mattina da Maggio in poi. Le massime elongazioni si avranno ad Est del Sole (47°) il 24 Gennaio e ad Ovest (46°) il 15 Giugno. Ai primi di Marzo e a metà Maggio sarà al massimo del suo splendore.

TABELLA II
*Dati per l'osservazione di Venere nel 1977*

| Data | Diam. | Magn. | Transito | Data | Diam. | Magn. | Transito |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gen | 19".54 | $—3^m.9$ | $+3^h10^m$ | Lug | 20".30 | $—3^m.8$ | $—3^h10^m$ |
| Feb | 26 .56 | —4 .1 | +2 55 | Ago | 15 .80 | —3 .6 | —2 52 |
| Mar | 38 .90 | —4 .3 | +2 20 | Set | 13 .22 | —3 .5 | —2 15 |
| Apr | 58 .64 | —3 .4 | +0 16 | Ott | 11 .70 | —3 .4 | —1 39 |
| Mag | 46 .04 | —4 .2 | —2 06 | Nov | 10 .72 | —3 .4 | —1 14 |
| Giu | 28 .58 | —4 .1 | —2 58 | Dic | 10 .18 | —3 .4 | —0 51 |
| | | | | Gen 78 | 9 .88 | —3 .5 | —0 21 |

Il 1977 non sarà un anno molto favorevole per l'osservazione di *Marte*, visibile come astro mattutino da Febbraio in poi, attraversando il Capricorno, l'Aquario, i Pesci, l'Ariete, il Toro, i Gemelli, e fermandosi nel Cancro. Questo il suo cammino apparente fra le costellazioni. La sua distanza dalla Terra andrà gra-

dualmente riducendosi (2.4 u. a. all'inizio dell'anno; 0.7 u. a. alla fine) e il suo splendore andrà corrispondentemente aumentando, dalla magnitudine 1m.6 all'inizio fino a 0.7 alla fine dell'anno, quando passerà al meridiano alle 2 del mattino, senza cioè raggiungere mai, durante il 1977, l'opposizione.

La visibilità di *Giove*, che compie un'orbita attorno al Sole in poco meno di 12 anni, sarà ritardata di poco meno di un mese rispetto al 1976. All'inizio dell'anno lo vedremo fulgidissimo per tutta la notte e fino a primavera inoltrata sarà visibile come astro della sera.

TABELLA III

*I pianeti esterni e i principali pianetini all'epoca dell'opposizione 1977*

| Pianeta | Data e distanza minima dalla Terra | Magn. | Diametro |
|---|---|---|---|
| Marte | ..... 2.4252 il 1° Gen<br>0.6922 il 31 Gen | + 1m.6<br>— 0 .7 | 3".86<br>13 .52 |
| Giove | Dic 23 a 4.1511 | — 2 .3 | 44 .28 |
| Saturno | Feb 02 a 8.1514 | 0 .0 | 18 .30 |
| Urano | Apr 30 a 17.564 | 5 .7 | 3 .90 |
| Nettuno | Giu 05 a 29.274 | 7 .7 | 2 .50 |
| Plutone | Apr 02 a 29.545 | 14 .0 | — |
| Cerere | Mar 24 a 1.60848 il 25 Mar | 6 .5 | — |
| Pallade | Feb 10 a 1.2536 il 16 Feb | 6 .7 | — |
| Giunone | Mag 13 a 2.3675 il 13 Mag | 10 .0 | — |
| Vesta | Gen 9 a 1.5454 l'11 Gen | 6 .6 | — |

*Saturno* segue di poco più di un mese la vicenda di Giove per quanto concerne la visibilità. Brillerà per tutta la notte nel Cancro in inverno, restando tuttavia ben osservabile anche in primavera. Da Settembre in poi sarà possibile ritrovarlo di primo mattino nel Leone. Il 3 Novembre si troverà a soli 0°.8 da Regolo (α Leonis).

*Urano* nella Libra sarà visibile nella tarda primavera. *Nettuno* nell'Ofiuco in estate; ambedue accessibili a un modesto binocolo. In primavera, *Plutone* sarà al meglio delle condizioni di osservabilità, ma assai debole nonostante che continui ad avvicinarsi al Sole, e quindi anche alla Terra.

# Eclissi e occultazioni

Durante il 1977 si avranno un'eclisse parziale di Luna il 4 Aprile seguita da un'eclisse anulare di Sole il 18 Aprile e un'eclisse totale di Sole il 12 Ottobre, preceduta da un'eclisse penombrale di Luna, il 27 Settembre. L'eclisse del 4 Aprile sarà visibile da noi sul finire della notte prima dell'alba, ma si tratterà soltanto di un'intaccatura del disco lunare per 1/5 del suo diametro. L'eclisse anulare di Sole interesserà il continente africano nella sua parte australe, da 20° S sull'Atlantico a 7° S sull'oceano Indiano, cioè dalla Namibia alla Tanzania. La fase anulare durerà quasi 7 minuti e il Sole sarà a 24° dallo zenith.

L'eclisse di Luna nella penombra terrestre sarà invisibile in Europa e — del resto — ben poco appariscente. Anche la striscia di totalità dell'eclisse del 12 Ottobre correrà quasi completamente nell'oceano Pacifico, approdando sulle coste del Venezuela nella sua parte finale, col Sole e la Luna ormai vicini allo orizzonte e una totalità di appena un minuto. Naturalmente con aerei supersonici sarà possibile seguirla a grande quota per un tempo maggiore; tuttavia, con l'avvento dell'astronomia spaziale, l'importanza di questi fenomeni, cui era affidata un tempo in esclusiva l'esplorazione degli strati esterni del Sole, si è molto ridotta.

La Luna occulterà più volte Urano ed anche Giove, Marte e Venere durante il 1977. Per noi sarà possibile osservare l'occultazione di Urano il 14 Gennaio, il 5 Aprile e il 27 Giugno. Nessuna stella brillante sarà occultata nel corso dell'anno.

# Attività dell'Osservatorio

La presente relazione si riferisce al periodo che va dal 1° Novembre 1975 al 31 Ottobre 1976 e si ricollega al rapporto precedente, stampato sull'Annuario 1976.

1. Personale

Iniziavamo la nostra relazione sull'Annuario precedente dando comunicazione dell'avvenuto inserimento nel ruolo degli Osservatori come astronomi dei dottori Scaltriti e Vaghi, risultati fra i vincitori del relativo concorso. I posti in palio erano 18 perché — al momento del bando — tante erano le vacanze nell'organico. Tuttavia, al momento delle nomine, i posti vacanti erano diventati 33, e quindi la nomina dei 18 vincitori non è servita a coprire tutti i posti. In particolare, ben 5 restavano vacanti in questa sede e si era provveduto, come di consueto, a proporre al superiore Ministero un certo numero di giovani laureati, per il conferimento dell'incarico, fino all'espletamento del prossimo concorso. Invece, con una procedura che ci ha lasciato sorpresi e sconcertati, i nuovi dirigenti ministeriali decidevano di dare un'interpretazione restrittiva alla legge e quindi di bloccare le nomine per incarico fino a quando il bando del concorso non fosse esplicitamente pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale, ciò che non è ancora avvenuto. Questo fatto, naturalmente, non si accorda con le tante parole che si sprecano in favore dei giovani e in particolare per quelli che aspirano ad una carriera scientifica!

Ecco dunque che ci troviamo con 6 posti vacanti (uno si è aggiunto, per incremento degli organici, stabilito da una legge

che per ora è rimasta inattuata) e 6 giovani che vorrebbero sperimentare questa inconsueta ma affascinante professione di astronomo; ma tuttavia non possono: se si pensa alla plètora di uscieri, donzelle e parassiti vari che sovraffollano i corridoi dei sempre più numerosi Ministeri italiani, cascano le braccia di fronte a questi atteggiamenti.

Ecco comunque la situazione del personale:

Il dott. Carlo De Bernardi ha concluso la borsa di studio assegnatagli dalla *Rotary Foundation* presso il Dipartimento di Astronomia della University of California, Los Angeles, ed ha ripreso la sua collaborazione con l'Osservatorio. Da più parti mi sono pervenuti apprezzamenti estremamente lusinghieri sul suo conto e ciò lascia sperare bene per il suo futuro, sempre che si sblocchi la situazione relativa ai concorsi...

Questi indugi hanno invece scoraggiato il dott. ing. Giovanni Ugues, il quale ha optato per un'altra occupazione, pur mantenendo rapporti di consulenza con l'Osservatorio.

Nel Novembre 1975 si è effettuato il concorso per due posti di Tecnico coadiutore, cui hanno partecipato i signori Giovanni De Sanctis e Luciano Lorenzi, i quali già collaboravano con l'Osservatorio tenendo per incarico la stessa qualifica. I due hanno superato la prova e sono stati nominati in ruolo dal 1° Marzo 1976.

Nel Gennaio e nell'Aprile si sono svolte rispettivamente la prova scritta e quella orale del concorso per due posti di Tecnico laureato. Vi hanno partecipato con esito positivo i dott. Renato Pannunzio e Angela Delgrosso, anch'essi già incaricati nella suddetta qualifica.

La signorina Lidia Bacchelli, la quale da vari anni collabora con l'Osservatorio con la mansione specifica di misurare lastre, ha ottenuto — in virtù della nota legge n. 775 — l'ammissione in ruolo, a far data dal 10 Novembre 1973, con la qualifica di diurnista di III categoria (tecnici).

La sig.na Vanna Boggione si occupa con la consueta perizia dell'amministrazione.

Al di fuori del personale dell'Osservatorio, ci piace ricordare

che il prof. Antonio SANTARELLI continua nelle sue funzioni di assistente supplente alla cattedra di Astronomia; mentre il prof. ing. Vittorio BANFI porta avanti con successo — nonostante i suoi pesanti impegni professionali — i propri studi di astrodinamica.

Riassumendo, l'organico dell'Osservatorio comprende, al 31 Ottobre 1976, 29 posti (esclusi gli ausiliari), dei quali solo 12 sono coperti da personale di ruolo e 4 per incarico, mentre 13 sono vacanti, di cui ben 6 nella carriera di astronomo.

## 2. ATTREZZATURE

A parte lavori di vario genere che non vanno oltre l'ordinaria manutenzione, desideriamo citare alcune opere di risanamento effettuate alla palazzina piccola (destinata ad abitazione di custodi e tecnici), per facilitare il deflusso dell'acqua piovana.

Inoltre, la ditta Gonnet ha consegnato le due cupole metalliche di m 5,10 di diametro, le quali sono state sistemate — in sostituzione di quelle già esistenti, ormai inservibili — a copertura dell'astrografo Zeiss e del riflettore Marcon, il quale è stato revisionato nella sua montatura dal prof. Virgilio MARCON e dal figlio Giancarlo. Questi lavori sono stati costantemente supervisionati dal nostro tecnico DI BATTISTA, così come la posa di cavi fra la nuova cabina di trasformazione e la nostra sede. Di questa nuova cabina messa in opera dall'ENEL ha tratto grande giovamento la distribuzione dell'energia elettrica all'Osservatorio per il corretto funzionamento dei nostri apparecchi. Ai dirigenti ed ai tecnici che hanno attuato questo impianto, per noi ormai indispensabile, esprimiamo qui il nostro vivo ringraziamento.

Notevole incremento hanno anche avuto le apparecchiature elettroniche, per l'allestimento di un laboratorio finalizzato alle ricerche in corso: sono state acquistate pubblicazioni inerenti le tecniche di acquisizione elettronica, in particolare di immagini. Si è costituito un magazzino di componenti essenziali. Sono stati acquistati un secondo oscilloscopio, un alimentatore stabilizzato e un multimetro digitale, avvicinando così la dotazione stru-

mentale del laboratorio ad un livello soddisfacente. È stato revisionato, tarato e mezzo in funzione l'*Area Scanner*, dopo i problemi presentati dalla testata di misura e dall'elettronica del multicanale, di cui è in corso la sostituzione, per motivi di affidabilità. È stata infine collegata la II sala meridiana col calcolatore PDP 11, che si trova installato all'altro capo del terreno dell'Osservatorio, e cioè nella cupola del riflettore astrometrico.

Allo strumento dei passaggi è in corso di realizzazione la sostituzione del micrometro visuale con un micrometro fotoelettrico, secondo le indicazioni del Dr Erik Hög, dell'Osservatorio di Copenhagen.

Infine si sta studiando l'impiego del nostro tubo televisivo ad alta sensibilità *Nocticon* per lo studio delle stelle binarie visuali. Il progetto procede con criteri di gradualità; è stata costruita in laboratorio la parte di acquisizione analogica e in séguito si provvederà all'integrazione del progetto fino a renderlo idoneo a misure di routine. A scopo di esperimento, l'apparecchio è stato utilizzato per lo studio della cometa West, come diremo più avanti.

A questi progetti lavora il nostro Anderlucci, sotto la guida dell'ing. Ugues. Per alcuni mesi hanno collaborato anche i periti elettronici Giovanni Moretto e Valerio Verdoja, prima della loro chiamata per il servizio militare.

Infine, è ormai giunta prossima alla sua conclusione la laboriosa, ma importante trasformazione del coordinatometro Zeiss in uno strumento a puntata semi-automatica; per essa i nostri tecnici hanno frutito della collaborazione preziosa e indispensabile dell'Osservatorio astronomico di Trieste, e in particolare del dott. Giorgio Sedmak e del Sig. Sergio Furlani, ai quali è dovuta la stesura del progetto secondo quanto visto dallo scrivente presso l'Osservatorio Sproul di Swarthmore, Pennsylvania. Per l'esecuzione delle parti meccaniche ha provveduto la Ditta Elettrorava di Savonera (Torino), con l'interessamento personale dell'ing. Edoardo Rava, contitolare della Ditta e buon amico della Astronomia.

3. Attività didattica

Nello svolgimento del corso di Astronomia presso la Facoltà di Scienze fisiche, matematiche e naturali dell'Università di Torino, lo scrivente è stato validamente coadiuvato dal prof. A. Santarelli e dalla dott.ssa L. Armanelli. Durante l'anno accademico 1975-76 si sono laureati, svolgendo una tesi in Astronomia, relatore lo scrivente, Luciano Lorenzi (Studio preliminare di *Algol* in luce H$\alpha$), Osvaldo Regis (Sistemi stellari multipli), Francesco Pastore (Analisi degli elementi orbitali delle binarie visuali e verifica pratica), Monica Cerruti Sola (Variazioni di periodo nelle binarie ad eclisse, con particolare riferimento al sistema *RY Gem*), Anna Curir (Teoria matematica delle singolarità dello spaziotempo) e Rosamaria Stiglich (La relazione massa-luminosità per le stelle e i sistemi stellari). Citiamo anche la tesi di Maurizio Busso in Astrofisica (Problemi strutturali ed evolutivi della Galassia e la formazione dell'$He^4$), relatore il prof. A. Masani, titolare — da quest'anno — della cattedra di Astrofisica, che già teneva da molto tempo per incarico.

Anche quest'anno l'Osservatorio ha dedicato molto tempo alle visite, sempre più numerose, di scolaresche e gruppi vari, nonché alla corrispondenza con amatori, desiderosi di notizie di ogni genere concernenti l'Astronomia. Si calcola che almeno 1500 siano stati i visitatori nelle ore diurne ed anche in quelle notturne, suddivisi per motivi logistici in gruppi di circa 25 persone. Oltre agli astronomi di turno, gran parte di questa attività è ricaduta sul nostro Walter Ferreri, che l'ha svolta con lodevole impegno e competenza.

4. Attività scientifica

Continua il Servizio del Tempo, effettuato con lo strumento dei passaggi Bamberg N° 15000. I risultati vengono pubblicati sul nostro bollettino quadrimestrale « Time Service » a cura di C. Moranzino; le osservazioni sono affidate ad A. Di Battista, col quale collaborano ora anche la dott.ssa L. Armanelli e il tecnico

G. Chiumiento. Come più volte ricordato, questo nostro lavoro per la determinazione del tempo « rotazionale » viene molto valorizzato dalla disponibilità del « tempo fisico », conservato presso l'I.E.N. « Galileo Ferraris ». Per la collaborazione che essi dànno all'osservatorio, desideriamo qui ringraziare in particolare gli ingg. V. Pettiti e G. Rovera, autori fra l'altro col nostro Moranzino di un lavoro pubblicato su « Alta Frequenza ». Come si è detto, per il Bamberg è in corso, su suggerimento dello scrivente, la sostituzione del micrometro visuale con uno fotoelettrico, costituito da una serie di fenditure poste sul piano focale dell'obiettivo. A mano a mano che l'immagine della stella passa davanti a queste fenditure, la sua energia luminosa perviene ad un fotomoltiplicatore 1 P 21, il cui segnale viene analizzato, per la determinazione dell'istante di passaggio. La precisione di queste misure è limitata soltanto dall'agitazione dell'immagine causata dall'atmosfera terrestre e dal rapporto fra segnale e rumore di fondo; pertanto ci si attende un sostanziale miglioramento qualitativo rispetto al metodo visuale seguito finora. Questa trasformazione è effettuata seguendo gli schemi suggeriti dal prof. E. Hög il quale ha effettuato un'utile e gradita visita all'osservatorio.

È proseguito il lavoro per la determinazione fotografica della posizione sulla sfera celeste di pianetini di particolare importanza astrodinamica. Dei pianetini ci si può anche servire per studiare gli errori sistematici esistenti nei cataloghi stellari fondamentali; a questo fine è stata avviata una collaborazione coi dott. Möller e Kristensen dell'Università di Aarhus (Danimarca). Continua intanto la collaborazione col prof. H. Debehogne dell'Osservatorio Reale di Bruxelles (nostro ospite nell'Aprile 1976), sull'analisi dei metodi di riduzione delle lastre e il calcolo delle orbite, con particolare riguardo all'effetto di eventuali errori di oservazione sugli elementi orbitali ellittici. Il lavoro osservativo è stato svolto al rifrattore fotografico Morais, dove sono state prese circa 160 lastre, precipuamente da G. De Sanctis, il quale ha preparato anche i programmi di osservazione, ed all'astrografo Zeiss, precipuamente affidato a W. Ferreri, il quale

ha in carico il trattamento di tutto il materiale fotografico. La misura delle lastre è affidata, come al solito, alla sig.na L. BACCHELLI.

Il programma astrometrico relativo ai pianetini ed alle eventuali comete è portato avanti sotto la supervisione dei dott. S. VAGHI e V. ZAPPALÀ. Il primo dei due, continuando il suo lavoro teorico sulla evoluzione delle orbite cometarie, ha pubblicato in collaborazione col dott. H. RICKMAN dell'Osservatorio di Stoccolma una prima ricerca. Una seconda è stata presentata al colloquio N° 39 dell'Unione Astronomica Internazionale, tenutosi a Lione (Francia) nell'Agosto del corrente anno.

Di fotometria di pianetini, in particolare *Cerere* e *Psyche* (in occasione della campagna internazionale indetta per lo studio delle variazioni luminose presentate da questi due oggetti), si sono occupati V. ZAPPALÀ e F. SCALTRITI. In collaborazione con H. J. SCHOBER dell'Università di Graz (Austria), essi hanno anche determinato il periodo di rotazione del pianetino *Eva*: esso risulta di 27 ore circa, e cioè uno dei più lunghi finora osservati. Delle analoghe ricerche effettuate su *Nausicaa, Eurynome* ed *Eros*, pubblicate nell'anno cui si riferisce la presente Relazione, si era già detto nell'Annuario 1976.

Molto attivo anche il gruppo che effettua lavoro di fotometria fotoelettrica di stelle binarie ad eclisse, sempre adoperando il riflettore Marcon di 45 cm. Tale gruppo è costituito dai dott. F. SCALTRITI, L. LORENZI e M. CERRUTI SOLA. Sono state completate le osservazioni della variabile ad eclisse *V 388 Cygni*, una binaria particolarmente interessante per la variazione riscontrata del periodo e per il minimo secondario dovuto quasi interamente ad effetti di riflessione e di ellissoidicità sulla componente secondaria. La binaria ad eclisse *XY Ursae Majoris*, è stata osservata nelle tre classiche bande spettrali U, B, V, riscontrando interessanti variazioni nella curva di luce; esse verranno studiate in collaborazione col dott. E. H. GEYER dell'Osservatorio Hoher List (Germania), il quale da molti anni segue questo sistema e la sue perturbazioni dovute sia ad effetti di prossimità

fra le due componenti, molto ravvicinate, sia alla presenza di materia circumstellare.

Continuano le osservazioni fotoelettriche delle binarie ad eclisse a periodo relativamente lungo *RY Geminorum, VV Monocerotis* ed *AU Monocerotis*. Tutte e tre mostrano notevoli variazioni nel periodo, dovute probabilmente a scambi di materia fra le due componenti. Per *AU Monocerotis*, LORENZI ha avanzato l'ipotesi che la variazione di periodo non sia reale, ma dovuta ad un moto apsidale (rotazione dell'asse maggione dell'orbita relativa delle due componenti).

Durante il suo soggiorno negli Stati Uniti il dott. DE BERNARDI ha seguito con profitto corsi specialistici sull'evoluzione di stelle singole e di sistemi binari (prof. M. PLAVEC), sulla fisica solare (prof. L. H. ALLER), sulla teoria del trasporto della radiazione nelle atmosfere stellari ed anche sulle caratteristiche teoriche e pratiche degli strumenti ottici ed elettronici d'impiego astronomico. Al suo rientro all'Osservatorio, il DE BERNARDI si è aggregato al gruppo che si interessa di binarie strette.

A. DELGROSSO e R. PANNUNZIO hanno continuato il loro lavoro al riflettore astrometrico, per lo studio di sistemi binari visuali mediante l'*Area Scanner*, il quale — come si è detto nel paragrafo precedente — ha avuto bisogno di alcune migliorie nelle sue parti elettroniche. Intanto è stato approntato il programma per la riduzione dei dati mediante un calcolatore elettronico.

VAGHI è stato molto impegnato per trasferire i nostri programmi di calcolo dal terminale Honeywell, dimostratosi eccessivamente oneroso, al calcolatore del nuovo Centro di Calcolo dell'Università di Torino.

Nel campo teorico, degna di nota una memoria del prof. A. SANTARELLI « Sulla struttura e la dinamica delle comete di tipo I », presentata dallo scrivente ed accettata per la sua pubblicazione all'Accademia delle Scienze di Torino. Sul problema ristretto dei tre corpi, nel caso particolare in cui il terzo corpo si trovi su un'orbita iniziale parabolica, è in corso una ricerca di VAGHI, sotto la guida del prof. NAHON dell'Università di Parigi.

Citiamo alcuni riconoscimenti internazionali ricevuti dai no-

stri giovani ricercatori: SCALTRITI e ZAPPALÀ sono stati proposti come membri dell'Unione Astronomica Internazionale (IAU) nella Commisione N° 15 (Fisica delle comete, dei meteoriti e degli asteroidi). Ambedue hanno preso parte al colloquio IAU N° 39 di Lione, dove VAGHI ha presentato i risultati di osservazioni (in collaborazione con UGUES e ANDERLUCCI) della cometa West (1975 n), nelle quali l'immagine cometaria è stata analizzata con tecniche analogico-digitali.

Prosegue il rilevamento e la elaborazione dei dati meteorologici a cura di A. DI BATTISTA.

La sig.na Mara MARINI continua ad occuparsi con cura e dedizione alla biblioteca, e mi è gradito ringraziarla anche per l'aiuto segretariale che dà al mio lavoro.

Nell'Ottobre 1975 lo scrivente aveva partecipato al Colloquio IAU N° 33 (« Parametri osservazionali ed evoluzione dinamica di stelle multiple »), tenutosi a Oaxtepec (Messico). Un ciclo di seminari è stato svolto, sempre dallo scrivente, nel mese di Marzo presso l'Osservatorio astrofisico di Catania, su invito del direttore prof. G. GODOLI. Infine, in occasione del viaggio in Brasile di cui diremo più avanti, due seminari sono stati tenuti nell'Ottobre 1976 presso l'Istituto Astronomico e Geofisico dell'Università dello Stato di S. Paolo, ed uno il 5 Novembre presso il Dipartimento di Fisica dell'Università federale di Porto Alegre (Rio Grande do Sul), su invito del prof. E. ROCHA VIEIRA.

Dall'autunno 1975 al 30 Giugno 1976 lo scrivente è stato nominato « Consulting member » di un gruppo di lavoro della *European Space Agency*, con sede a Parigi-Neuilly, per la definizione di una missione spaziale avente finalità astrometriche: si trattava di studiare le possibili prestazioni di uno speciale telescopio orbitante, al fine di confrontare simultaneamente le posizioni sulla sfera celeste di oggetti situati a notevole distanza angolare ($72^0 \div 90^0$), in assenza di peso e di atmosfera, due elementi che compromettono gravemente le prestazioni di un normale Cerchio Meridiano, che è lo strumento fondamentale per la determinazione assoluta (cioè con riferimento all'equatore ed all'equinozio) di posizioni di stelle, pianeti e asteroidi. Sull'impor-

tanza di una simile impresa spaziale ai fini di un drastico miglioramento delle nostre conoscenze, in quasi ogni settore dell'Astronomia e dell'Astrofisica, lo scrivente ha riferito nel Giugno 1976 a Copenhagen, in una riunione scientifica promossa dall'E.S.A.

Nella sua qualità di membro delle commissioni N° 12 (Attività solare), 24 (Astrometria), 26 (Stelle binarie visuali) e 42 (Sistemi binari stretti), lo scrivente ha partecipato alla XVI Assemblea dell'IAU, tenutasi a Grenoble dal 24 Agosto al 2 Settembre 1976. Ha visitato, su invito dal prof. K. Rakos, l'Osservatorio universitario di Vienna.

Ed ora crediamo di dover dare almeno un cenno di una nostra iniziativa, la quale potrebbe offrire all'Osservatorio di Torino, ed a quanti vorranno approfittarne, la possibilità di aprire nuovi orizzonti alla ricerca astronomica. Dopo aver provveduto ad una vasta ristrutturazione strumentale di questo osservatorio, la quale si può riassumere nella costruzione del nuovo rifrattore fotografico Morais, affiancato al rifrattore visuale Merz, del nuovo riflettore astrometrico Reosc e del nuovo riflettore parabolico Marcon, adibito a lavoro di fotometria, nonché alle relative opere murarie e ad un congruo numero di apparecchiature accessorie, resta, pur prevedendo una certa spesa per ampliamenti di locali (a parte la legge N° 50, di recente istituzione, dalla quale si spera un adeguato finanziamento a questo fine specifico) e un continuo aggiornamento tecnologico, resta spazio — dicevamo — per un ulteriore passo avanti nella ricerca. Si è pensato che un'impresa molto qualificante, seppure ardita, sarebbe quella di creare una stazione osservativa nell'emisfero australe, in modo da poter estendere i nostri studi a tutto il cielo. A tal fine lo scrivente — su invito delle autorità scientifiche brasiliane — ha effettuato dal 2 Ottobre al 18 Novembre 1976 un viaggio per saggiare le possibilità che potrebbe offrire tale Paese per l'installazione di un telescopio astrometrico simile a quello già in opera nella nostra sede di Pino Torinese. Passi analoghi sono stati effettuati nei confronti dell'Australia, ma non hanno dato finora alcun risultato.

Il Brasile ci è apparso in rapido sviluppo scientifico e otti-

mamente disposto a collaborare al nostro progetto, fornendo le necessarie infrastrutture, mentre il telescopio resterebbe di nostra proprietà. Dal punto di vista geoclimatico, il Brasile — pur non offrendo probabilmente una soluzione ideale — sembra suscettibile di una decisione positiva, considerate le nostre esigenze che sono di avere una latitudine sufficientemente australe per poter accedere a tutto il cielo fino al Polo Sud e una distribuzione di giorni sereni abbastanza uniforme durante l'anno, anche eventualmente a scàpito della qualità del cielo. Abbiamo visitato: 1°) Il *Pico dos Dias* (altitudine 1860 m sul mare) nella Serra da Mantiqueira, all'incirca nel baricentro del triangolo Rio de Janeiro - S. Paolo - Belo Horizonte, dove sarà installato un telescopio di m 1,6 di apertura, il più grande del Brasile, destinato a ricerche astrofisiche, con particolare attenzione al centro galattico; 2°) la succursale dell'Istituto Astronomico e Geofisico (Università di S. Paolo) presso *Valinhos* (altitudine 850 m sul mare), dove già sono in funzione un grande cerchio meridiano, un astrolabio e un riflettore di 60 cm; 3°) la sede dell'Osservatorio del Capricorno, gestito dagli astrofili di Campinas (S. P.) sul *Pico das Cabras* (alt. circa 1100 m sul mare), che disporrà di un riflettore di 60 cm, dove già esistono le infrastrutture (una strada d'accesso, un vasto edificio, corrente elettrica, un custode, un giardiniere e molto terreno); 4°) due altopiani nello Stato di S. Paolo, rispettivamente ad Est-Sud-Est di *S. Carlos* e ad Ovest di *Rio Claro*, con quote vicine ai mille metri; 5°) una fazenda in prossimità di *Itapeva* (S. P.) a circa 650 m di altitudine e 300 km ad Ovest di S. Paolo; 6°) l'osservatorio dell'università federale di *Porto Alegre*, su una collinetta a pochi km dalla città. Le impressioni preliminari sono le seguenti:

1°) Il Pico dos Dias sembra che goda di un lungo periodo di bel tempo da Aprile ad Agosto; ma le prospettive nelle altre stagioni sono molto mediocri, non solo per l'abbondante nebulosità, ma anche per l'instabilità delle condizioni meteorologiche che caratterizza quella regione montagnosa, forse non abbastanza protetta dalle correnti fredde e umide che provengono dall'Atlantico.

2°) A Valinhos esistono già tutte le infrastrutture; la distribuzione dei giorni sereni durante l'anno è accettabile, e così la trasparenza dell'atmosfera. Disturbano molto il vento, nonché le luci di Valinhos, Vinhedo e Campinas (a pochi km di distanza) e forse anche la polluzione che spesso arriva fino da S. Paolo.

3°) Non si sa nulla delle condizioni climatologiche del Pico das Cabras, le quali tuttavia non dovrebbero differire molto da quelle di Valinhos, mentre le luci dovrebbero essere meno pregiudizievoli. Il sito appare ben scelto e abbastanza elevato, nonché suscettibile di ospitare altri strumenti. Manca per ora un legame con una Istituzione scientifica affidabile.

4°) I due altopiani fra S. Carlos e Rio Claro promettono, secondo l'Atlante climatologico del Brasile, almeno 150 giorni sereni all'anno, e cioè un massimo per il Sud del Brasile; pertanto questa regione sembra offrire le migliori prospettive fra tutte quelle visitate. Mancano tuttavia le infrastrutture, anzi si dovrebbe cominciare dall'esproprio del terreno. C'è poi un progetto, momentaneamente accantonato per l'immenso sforzo finanziario che richiederebbe, di fondare su uno di questi altopiani una nuova città, per farne la capitale dello Stato di S. Paolo: questo progetto, se attuato, cambierebbe ovviamente ogni attuale valutazione.

5°) La regione di Itapeva è lontana da ogni luce parassita. Potrebbe offrire un clima abbastanza costante, come altre zone più elevate e meno lontane dai centri e dalle principali istituzioni scientifiche.

6°) La sede attuale dell'osservatorio è troppo vicina alla città di Porto Alegre; ma qualche località dell'interno potrebbe offrire il vantaggio di una latitudine più australe.

Prima di trarre le conclusioni, è necessario attendere ulteriori dati, e cioè: una sintesi dei rilevamenti notturni fatti al Pico dos Dias; eventuali rilevamenti meteorologici concernenti il Pico das Cabras e i due altopiani fra S. Carlos e Rio Claro; infine alcune indicazioni concernenti località dell'interno degli Stati del Rio Grande do Sul e di Santa Catarina.

Questo viaggio è stato reso possibile grazie all'interessamento del prof. L. Muniz Barreto, direttore dell'Osservatorio Nazionale di Rio de Janeiro, e del prof. J. A. De Freitas Pacheco, capo del dipartimento di Astronomia dell'Università di S. Paolo: ad essi va il mio cordiale ringraziamento. Un aspetto positivo di questa mia prima missione è stato senz'altro la grande disponibilità a collaborare, che i colleghi brasiliani hanno dimostrato. I nostri programmi, infatti, non consistono semplicemente nella installazione di un telescopio, ma nell'avvio di una proficua collaborazione scientifica bilaterale.

Mario G. Fracastoro
*direttore*

## BIBLIOGRAFIA

**(a) Contributi:**


N. 88 - F. Scaltriti & V. Zappalà: *A photometric study of the minor planets 192 Nausicaa and 79 Eurynome* (A. & Ap. Sup. **23**, p. 167, 1975);

N. 89 - F. Scaltriti & V. Zappalà: *Photoelectric lightcurves and pole determination of 433 Eros* (Icarus, **28**, p. 29, 1976);

N. 90 - F. Scaltriti: *Photoelectric observations of the eclipsing binary DM Persei* (A. & Ap. Sup., **25**, p. 291, 1976);

N. 91 - S. Vaghi & V. Zappalà: *Positions of selected minor planets* (A. & Ap. Sup., **25**, p. 369, 1976);

N. 92 - A. Santarelli: *Sulla struttura e la dinamica delle comete di tipo I* (Mem. Acc. Scienze di Torino, serie IV; n. 22, 1976);

N. 93 - S. Vaghi & H. Rickman: *A Montecarlo simulation of the orbital evolution of comets in the inner planetary region* (A. & Ap. Sup., **51**, p. 327, 1976);

N. 94 - M. Cerruti Sola, L. Lorenzi & F. Scaltriti: *Photoelectric observations of the eclipsing binary V 388 Cygni* (in corso di pubblicazione su A. & Ap. Sup.);

N. 95 - H. Debehogne, S. Vaghi & V. Zappalà: *A method for the study of the error propagation in the determination of orbits* (A. & Ap.);

N. 96 - F. SCALTRITI & V. ZAPPALÀ: *A photometric study of the minor planet 63 Ausonia* (inviato per la stampa a « Icarus »);

N. 97 - F. SCALTRITI & V. ZAPPALÀ: *Photoelectric photometry of the minor planets 41 Daphne and 129 Antigone* (inviato per la stampa ad Astronomy and Astrophysics);

N. 98 - H. SCHOBER, F. SCALTRITI & V. ZAPPALÀ: *A possible rotation period for the minor planet 164 Eva* (inviato per la stampa a « Icarus »);

**(b) Pubblicazioni « fuori serie »:**

N. 59 - *Annuario 1975;*

N. 60 - M. G. FRACASTORO: *Tecniche antiche e moderne al servizio dell'Astronomia* (Atti dell'Accademia delle Scienze di Torino).

N. 61 - *Annuario 1976;*

N. 62 - C. MORANZINO, V. PETTITI & G. ROVERA: *Determinazione degli istanti di transito di una stella oraria nei confronti della scala di tempo nazionale TUC* (*IEN*) (« Alta Frequenza », **45**, n. 3, 1976);

N. 63 - M. G. FRACASTORO: *Fotografia di un campo stellare durante una eclisse totale di sole* (Coelum, N. 3-4, 1976);

N. 64 - V. ZAPPALÀ: *Nuove teorie e interrogativi su Giove* (Atti Fond. G. Ronchi, **31**, p. 323, 1976);

N. 65 - H. DEBEHOGNE, V. ZAPPALÀ, S. VAGHI & G. DE SANCTIS: *Effet des erreurs d'observations dans les calculs d'orbites elliptiques par la méthode de Gauss avec amélioration par variation des distances géocentriques* (A. R. Belgique, Bull. de la Classes des Sciences, V Ser. **62**, p. 210, 1976).

**(c) Pubblicazioni periodiche:**

*Time Service Bulletin* NN. 12 (Set-Dic 1975), 13 (Gen-Apr 1976) e 14 (Mag-Ago 1976).

# Effetti mareali tra galassie di forma particolare

## 1. Introduzione

Alcune galassie di forma particolare, che escono cioè dalla classificazione morfologica di Hubble e Sandage, sono membri di sistemi multipli. È ragionevole supporre che queste forme inconsuete siano il risultato dell'interazione di due o più galassie stesse. La natura di questa interazione è stata però, nel passato, oggetto di controversia.

Tra il 1950 e il 1960, al tempo cioè delle prime osservazioni astronomiche sistematiche, fu avanzata l'ipotesi che queste anomalie morfologiche fossero causate da azioni gravitazionali. Tra il 1960 e il 1970 questa idea perse credibilità sebbene nessuna interpretazione teorica alternativa s'imponesse fondatamente. Dal 1970 in poi, mediante modelli interpretativi sviluppati con il calcolatore elettronico, è stata riproposta la gravitazione come causa della deformazione delle galassie (bibl. 1).

## 2. Osservazioni al Monte Palomar

Il grande astronomo F. Zwicky, recentemente scomparso, iniziò, a metà degli anni '50, un programma di osservazioni sistematiche con l'ausilio di un telescopio Schmidt di 122 cm, installato pochi anni prima. Egli notò che un cospicuo numero di galassie, seppure ben distinte l'una dall'altra, apparivano peraltro

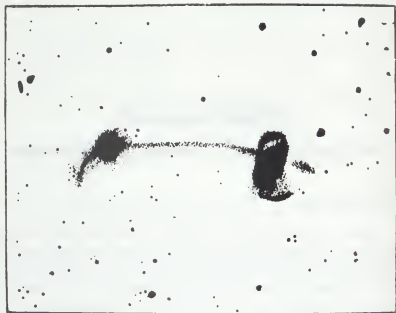



Figura 1 - Ponte tra due galassie e rigonfiamenti agli antipodi.

collegate da materia intergalattica. Parecchie fotografie mostravano una situazione analoga a quella delineata in figura 1.

Si osservano cioè due galassie di forma irregolare collegate da ponti sottili. In figura 1 si vede appunto un ponte quasi rettilineo, che le collega; inoltre, in accordo qualitativo con la teoria delle maree secondo la quale ciascuna appendice si accompagna ad una appendice simmetrica, si constata, in ognuna delle due galassie, una protuberanza agli antipodi del ponte che le collega. F. Zwicky notò anche situazioni assai più complesse, inerenti a galassie multiple (bibl. 2).

Oggi esiste una abbondante raccolta, oltre 300 fotografie, contenuta nel « Atlas of Peculiar Galaxies » pubblicato a cura di Halton C. Arp.

Due coppie di galassie interagenti sono state particolarmente studiate negli ultimi anni. Si tratta del sistema detto « Le an-

tenne », composto dalle galssie NGC 4038 e NGC 4039, e del sistema detto « I topi », composto dalle galassie NGC 4676 A e NGC 4676 B.

Esse sono mostrate nelle fotografie contenute nelle figure 2 e 3.

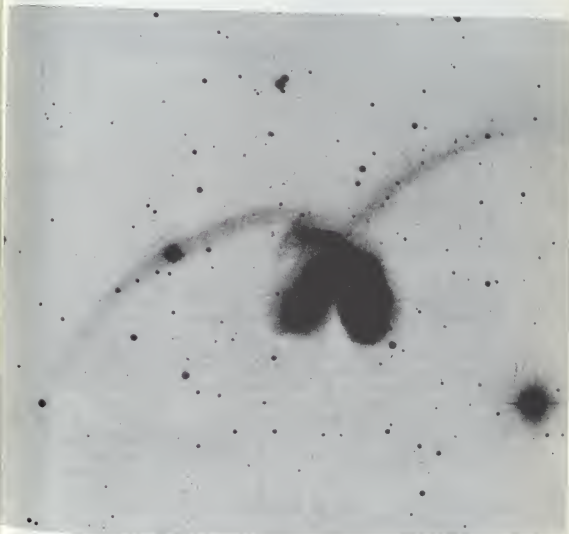



Figura 2 - La coppia di galassie NGC 4038 e NGC 4039, detta «Le antenne». Fotografia eseguita da F. Zwicky all'osservatorio di M. Palomar.

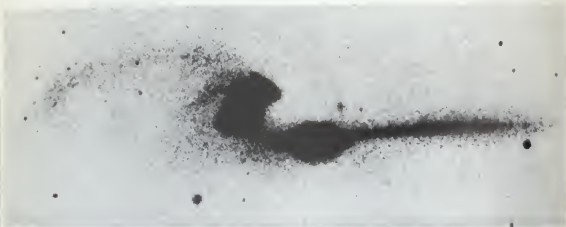



Figura 3 - La coppia di galassie NGC 4676 A e NGC 4676 B, detta «I topi». Fotografia eseguita da Halton C. Arp.

### 3. Modello interpretativo basato sull'effetto mareale

Ai ricercatori degli anni cinquanta apparve ragionevole, sulle prime, pensare ad effetti mareali anche sulla base di distanze di decine di migliaia di anni luce. Infatti nel caso di coppie di galassie interagenti, come quella di figura 1, la presenza (seppur non ben regolare) di controrigonfiamenti faceva pensare ad un effetto di marea simile a quello che si riscontra nei pianeti e nei satelliti e che consiste in una deformazione della superficie con simmetria bilaterale dovuta nel caso della Terra agli effetti di marea prodotti sugli oceani terrestri, soprattutto dalla Luna. Infatti l'alta marea si verifica ogni 12 ore invece che ogni 24 ore, perchè il livello dell'acqua si innalza non solo nel punto più vicino alla Luna, ma anche in quello diametralmente opposto. In figura 4 è illustrato questo fenomeno, esagerato per l'evidenza; anche il Sole contribuisce a questo effetto in modo quantitativo, lasciando inalterato il tipo di deformazione prima considerato (bibl. 3).

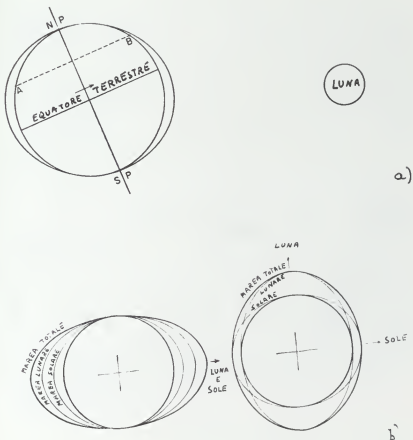



Figura 4 - a) La luna innalza le maree sugli opposti lati della Terra. Per l'inclinazione dell'asse terrestre, due maree successive in un luogo sono diseguali; dopo dodici ore il punto A si è riportato nel punto B dove la marea è più bassa.

b) Interazione tra la marea lunare e quella solare. A sinistra dette forze mareali hanno la stessa direzione rinforzandosi; a destra esse sono perpendicolari (quarti di luna) e l'effetto è minore.

Inoltre si riteneva giustamente che, per potersi manifestare, gli effetti mareali esigevano un incontro assai ravvicinato tra le galassie stesse. Ciò in quanto si dimostra che la forza, che innalza la marea, varia approssimativamente con l'inverso del cubo della distanza tra i due corpi (figura 5). Di conseguenza questa forza decresce, con la distanza, assai più rapidamente della forza di gravità stessa. Per una dimostrazione rigorosa di questo fenomeno è necessaria un'analisi matematica un poco complessa (bibl. 4), si propone qui invece una spiegazione approssimata che

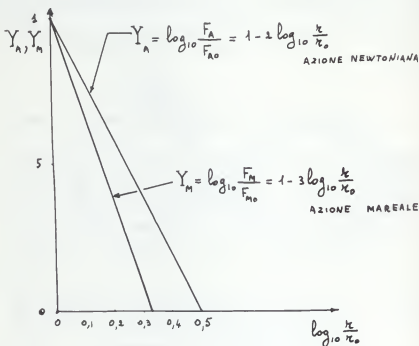



Figura 5 - Diagramma normalizzato, in scala logaritmica, che descrive l'andamento della forza attrattiva newtoniana e della forza mareale. Esse si riducono ad un decimo del valore, corrispondente a quello relativo alla distanza $r_0$, rispettivamente a distanze pari a 3,16 $r_0$ e 2,14 $r_0$.

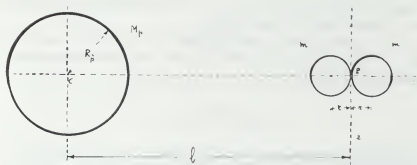



Figura 6 - Schema semplificato atto ad illustrare il meccanismo della forza mareale.

conduce alla dimostrazione della legge dell'inverso del cubo della distanza.

Si immagini che un satellite, dotato di moto di rivoluzione attorno al suo pianeta (il suo corpo centrale) e di moto di rotazione attorno al proprio asse, sia costituito per semplicità (fig. 6) da due sferette omogenee e ravvicinate, aventi ciascuna massa un raggio $r$. Il corpo centrale di massa $M_p$ è supposto sferico di raggio $R_p$ ed il centro del satellite sia a distanza $l$.

La coppia di sfere compie rivoluzioni attorno a $M_p$ con velocità angolare $\omega$, in modo che

(1) $$\omega^2 l^2 = G M_p$$

in cui $G$ è la costante universale della legge di Newton. Contemporaneamente le due sfere ruotano attorno all'asse $z$, passante per il punto di tangenza $P$, con una velocità angolare

(2) $$\omega_1 = k \omega \qquad \text{con } k \geq 1$$

Ciò è dovuto al fatto che l'uguaglianza $\omega_1 = \omega$ si stabilisce come condizione asintotica (bibl. 5 e 6). Ossia, considerato il sistema per quello che è , cioè con tutto l'insieme dei suoi attriti che dissipano l'energia meccanica in calore, il più lontano avvenire del

moto del satellite è là situazione in cui quest'ultimo rivolge sempre la stessa faccia al suo pianeta.

Si suppone inoltre che la massa $M_p$ sia assai maggiore di $2m$. Le sferette sono sottoposte ad una forza newtoniana aggregante il cui valore è

$$F_A = G \frac{m^2}{4r^2} \tag{3}$$

e al tempo stesso a due forze disgreganti ben determinate. La prima ha origine dalla differenza di attrazione causata da $M_p$. Ossia la sfera più vicina è attratta dalla forza

$$G \frac{M_p m}{(l - r)^2}$$

mentre quella più lontana è attirata dalla forza

$$G \frac{M_p m}{(l + r)^2}$$

La differenza tra queste due forze è una componente disgregante di valore

$$G \frac{M_p m}{l^2} \left[ \frac{1}{\left(1 - \frac{r}{l}\right)^2} - \frac{1}{\left(1 + \frac{r}{l}\right)^2} \right]$$

che, essendo $l \ll r$, diventa:

$$G \frac{M_p m}{l^2} \left[ 1 + \frac{2r}{l} - 1 + \frac{2r}{l} \right] = 4 G \frac{M_p m}{l^3} r \tag{4}$$

Ma la (4) non è la sola componente disgregante del satellite, che è dotato di moto di rotazione su se stesso. Vi è anche la forza centrifuga

$$m \omega_1^2 r = m k^2 \omega^2 r ,$$

che per la (1) diventa

$$m\,k^2\,\frac{G\,M_p}{l^3}\,r \tag{5}$$

La somma delle componenti (4) e (5) sarà la forza totale di marea

$$F_m = (4 + k^2)\,\frac{G\,M_p\,m}{l^3} \tag{6}$$

La formula (6) ci assicura che la forza di marea è direttamente proporzionale ad $r$, ossia in definitiva alla dimensione media del satellite stesso, e inversamente proporzionale al cubo della distanza.

Ciò premesso, ritorniamo all'interazione mareale tra due galassie in avvicinamento. Si osserva che la forza mareale non assume importanza finchè le galassie non sono veramente vicine. Quando esse saranno distorte in modo cospicuo, la loro interazione decrescerà in modo drastico. In un certo senso, da quella epoca in poi essendo nuovamente in allontanamento reciproco, esse tenderanno ad assumere la forma che è propria alle loro forze interne, quando saranno prossime alla distanza apogalattica. Ciò è dovuto appunto alla legge espressa dalla formula (6), che mostra la drastica diminuzione della forza mareale con la distanza. Ritornando alla figura (5) ed indicando con $F_A$ la forza di attrazione newtoniana, essa sarà fornita dalla formula

$$F_A = \frac{k_o}{{}^2r} \quad , \quad F_{AO} = (F_A)_{r = r_o} = \frac{k_o}{r_o^2}\,\frac{1}{10} \tag{7}$$

in cui $r$ è la distanza effettiva del punto dal centro di massa del corpo potenziante ed $r_o$ una distanza costante di riferimento. La forza di marea $F_M$ sarà fornita dalla formula

$$F_M = \frac{k_1}{r^3} \quad , \quad F_{MO} = (F_M)_{r = r_o} = \frac{k_1}{r_o^3}\,\frac{1}{10} \tag{8}$$

Dalle (7) e (8) si ricava

$$
(9) \quad \begin{cases} Y_A = \log_{10} \dfrac{F_A}{F_{AO}} = \log_{10} \left(10 \dfrac{k_o}{r^2} \dfrac{r_o^2}{k_o}\right) = 1 - 2 \log_{10} \dfrac{r}{r_o} \\ \\ Y_M = \log_{10} \dfrac{F_M}{F_{MO}} = \log_{10} \left(10 \dfrac{k_1}{r^3} \dfrac{r_o^3}{k_1}\right) = 1 - 3 \log_{10} \dfrac{r}{r_o} \end{cases}
$$

I diagrammi corrispondenti alle formule (9) sono riportati in figura 5.

Proseguendo nell'excursus storico di queste investigazioni, Zwicky ed altri ricercatori degli anni cinquanta si trovarono di fronte alla seguente difficoltà: ammessa l'interazione mareale tra coppie di galassie, si deve tener presente che le maree note (quelle cioè dei casi planetari e satellitari) sollevano masse su aree estese. Ciò è in contraddizione con l'osservazione che mostra appendici sottili come i ponti e le code descritte in precedenza.

Tuttavia, ad un esame più approfondito, la convinzione che queste deformazioni dovessero essere necessariamente sempre assai estese, si è rivelata errata. Infatti, dagli studi compiuti da Pfleiderer (bibl. 7 , è emerso chiaramente che la deformazione è spesso di altro tipo. Più precisamente nel caso di un incontro tra due galassie, quella perturbante, che passa vicino ad una galassia di forma regolare a disco, può causare in quest'ultima forze mareali così intense da deformare le parti esterne del disco stesso sino a trasformarle in ponti sottili o anche in lunghi filamenti. È stato per di più dimostrato che, affinchè nell'incontro fra due galassie si ottengano ponti sottili o filamenti come risultato dell'effetto mareale, sono necessarie due condizioni:

1) esse debbono avvicinarsi su orbite ellittiche o su orbite paraboliche;

2) debbono compenetrarsi, ma non troppo profondamente.

I ponti si formano se la galassia in transito ha massa relativamente piccola, mentre per la formazione di code si richiede che le due galassie siano circa uguali.

Tutto quanto precede è stato ottenuto mediante un calcolo di

simulazione, utilizzando gli elaboratori elettronici, dell'evoluzione di un incontro tra due galassie.

Il modello per la simulazione, mediante il calcolatore, dell'incontro tra due galassie è basato innanzitutto su una ipotesi di base a proposito della costituzione e della forma delle galassie stesse. Nella simulazione più usuale si sono scelte due galassie, a forma di disco circolare, con al centro un nucleo massiccio sferico ed omogeneo: quello al centro della galassia maggiore ha una massa alcune volte più grande di quello al centro della galassia minore; in ciascuna delle due galassie il disco è formato da particelle (il cui numero è compreso tra cento ed alcune centinaia) con massa trascurabile rispetto al corpo centrale.

Per quanto riguarda la cinematica dell'incontro, si stabilisce che nella prima posizione i dischi, se visti proiettati su un piano di riferimento, ruotino in senso concorde o discorde; successivamente si suppone che si muovano avvicinandosi su orbite paraboliche o ellittiche contenute in piani orbitali inclinati, ad esempio, di 45° rispetto alla verticale (perpendicolare allo stesso piano di riferimento). Si fissa poi la distanza minima, tra i centri delle galassie, nell'istante della massima compenetrazione.

L'ordine di grandezza di tale distanza $R_{min}$, chiamata distanza perigalattica, è di solito intorno ad alcune decine di kpc. La unità di tempo per il calcolo elettronico è uguale a $10^8$ anni terrestri; si assume di solito $t = 0$ l'istante perigalattico. Per quanto concerne il problema dinamico, la schematizzazione è quella di considerare le particelle, che costituiscono i dischi galattici, come punti geometrici dotati di massa. Di conseguenza, supponendo che il numero delle particelle sia uguale a $n$, è possibile adottare il modello interpretativo relativo al problema dei tre corpi ristretto. Infatti il corpo massiccio della galassia $A$ e una particella puntiforme della stessa galassia agiscono su una qualsiasi particella del disco della galassia B. Ripetendo lo stesso discorso anche per la galassia B si constata che i movimenti delle $2n$ particelle in esame costituiscono un gruppo di $2n$ « problemi ristretti dei tre corpi », la cui soluzione numerica è affidata al calcolatore. I due corpi centrali sono stati caratterizzati, dal punto

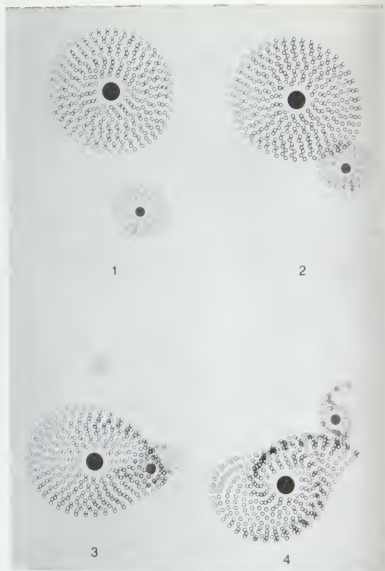
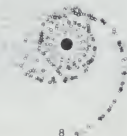



Figura 7 - Schema di incontro di due galassie, secondo il modello descritto nel testo. Il disco della galassia minore è costituito da uno sciame di circoletti più sottili di quelli componenti il disco della galassia maggiore. I numeri crescenti denotano epoche successive nel tempo.

5
6
7
8

di vista dinamico e ai fini della descrizione del moto, assegnando ad essi orbite predeterminate come forme, dimensioni e posizioni nello spazio e senso di percorrenza. In figura 7 si notano (come esempio qualitativo) le successive deformazioni nelle epoche successive all'incontro compenetrativo. Gli effetti mareali all'epoca 4 sono chiaramente bilaterali. A mano a mano che la galassia minore si allontana (5-7), si forma un ponte che riunisce le due galassie. Il controrigonfiamento che si forma nella galassia maggiore costituisce poi un braccio a spirale (8) e, sia pure in misura minore, un accenno di spirale è presentato anche dalla galassia minore.

## 4. Le coppie di galassie NGC 4676 e NGC 4038/9

Con i metodi precedenti sono stati concepiti e realizzati i modelli, simulati con il calcolatore elettronico, per spiegare la struttura e la forma delle due coppie di galassie illustrate in figure 2 e 3. Lo studio è stato condotto da A. e J. Toomre (bibl. 8).

Come si vede in figura 3 ciascuna delle due galassie possiede una lunga coda. La coda della galassia NGC 4676 A (I topi) è intensa come luminosità, stretta e quasi rettilinea; quella della NGC 4676 B è più debole, più diffusa ed arcuata.

Il modello è consistito nel supporre due uguali strutture a disco che iniziano un incontro su orbite ellittiche aventi eccentricità $e = 0.6$. La distanza $R_{min}$ è assunta pari a 1.41 volte il raggio di ciascun disco. Provando con diversi valori dell'inclinazione dei due piani contenenti le due orbite ellittiche, rispetto al piano finale equatoriale di entrambe le galassie (nel quale sono oggi osservate), si è ottenuto un risultato assai accettabile. I valori cinematici ottenuti sono in buon accordo con le grandezze dedotte per via astrofisica. Alcune discordanze sono ancora oggetto di studio.

Per quanto concerne la coppia NGC 4038 e NGC 4039 (« Le antenne ») in figura 2, il modello è consistito nel supporre ancora due uguali strutture a disco che iniziano un incontro su orbi-

te ellittiche aventi eccentricità minore, ossia 0.5. La distanza $R_{min}$ è stata assunta in questo caso pari a 1.34 volte il raggio di ciascun disco. Alle inclinazioni sono stati assegnati valori uguali, al fine di ottenere una struttura finale simmetrica. Anche in questo caso si constata un buon risultato di simulazione rispetto alle forme fotografate al telescopio.

Concludendo, il modello di simulazione ottenuto col calcolatore elettronico schematizzando la struttura di una galassia mediante l'assunzione di sciami di centinaia di particelle (punti geometrici dotati di massa) e di un nucleo centrale, consente di spiegare le forme di alcune peculiari galassie come conseguenza di un evento di un incontro ravvicinato. Questi fenomeni di interazione gravitazionale delle galassie sono responsabili delle forme a spirale, delle code a filamento e dei ponti sottili.

Questo metodo di indagine potrà consentire ulteriori ricerche sulla morfologia delle galassie.

Prof. Ing. VITTORIO BANFI
*Libero Docente*
*Politecnico di Torino*

BIBLIOGRAFIA

1 - T. M. ENEEV, N. N. KOZLOV e R. A. SUNYAEV - *Tidal interaction of Galaxies* - « Astron. and Astrophys. » 22, 41-60 (1973).

2 - P. COUDERC - *L'Univers* - Presses Universitaires de France, 1962.

3 - C. PAYNE - GAPOSCHKIN - *Introduction to Astronomy* - Eyre, Spottiswoode, 1956.

4 - F. TISSERAND - *Traité de Mécanique céleste* - Vol. II e III - Gauthier-Villars, 1890.

5 - G. KRALL - *Sul più lontano avvenire dei sistemi planetari* - « Scientia » 1934, fasc. 8.

6 - G. KRALL - *Influenze adiabatiche delle maree nel moto kepleriano di due corpi celesti giroscopici* - « Rend. Acc. Lincei » - Vol. XIV, serie 6ª, 2° sem., Fasc. 5-6.

7 - J. PFLEIDERER - *Gravitationseffekte bei der Begegnung zweier Galaxien* - « Zeitschrift für Astrophysik » 58, N. 1, 1963.

8 - A. e J. TOOMRE - *Galactic bridges and tails* - « The Astrophysical Journal », 178, 1972.

# Misure di radiazione diretta a Pino T.se e a Torino

## Premessa

*In questo articolo, l'autore riassume i risultati del proprio lavoro di tesi in Fisica tecnica (relatore il prof. ing. G. Saggese), per la laurea in Ingegneria presso il Politecnico di Torino. L'articolo interessa da vicino il nostro lavoro di osservazione, e per questo riteniamo interessante pubblicarlo su questo Annuario.*

Verso la fine di Ottobre dell'anno scorso fu iniziata una serie di misure della radiazione solare diretta a Pino Torinese e a Torino, allo scopo di valutare quantitativamente l'attenuazione della radiazione solare dovuta allo strato atmosferico inquinato al di sopra del capoluogo piemontese.

Si trattava, insomma, di ricavare il valore di un parametro che, insieme ai dati sulla concentrazione dei principali agenti inquinanti, fosse in grado di definire qualità ed entità dello smog torinese.

Questa nostra ricerca è stata estesa ad uno studio della torbidità atmosferica e della sua variazione sistematica nel corso dell'anno, con la costruzione — problematica, ma non del tutto inattendibile — di rette di Bouguer in luce integrale.

## Apparecchiature impiegate

Per effettuare le misure si sono adoperate due pile di Moll di costruzione Kipp & Zonen aventi un angolo di apertura di 10° e munite di tre diaframmi di 8, 6, 4 mm.

La pila di Moll è, com'è noto, un ricevitore integrale di sensibilità costante da 0.15 a 15 μm; la sensibilità degli apparecchi in uso è stata determinata (in termini di f.e.m. prodotta quando l'apertura viene disposta in un piano ricevente una potenza di 1 $W/m^2$) mediante una complessa operazione di taratura all'Istituto di Metrologia « G. Colonnetti » di Torino, con l'ausilio di un corpo nero realizzato con una « Heat Pipe », o « Tubo Termovettore ».

Le misure sono state effettuate in un arco il più lungo possibile della giornata, e continuativamente; ciò vuol dire che è stato necessario disporre di apparecchi sussidiari per seguire il Sole durante il suo moto apparente attraverso la volta celeste.

Il problema è stato di facile risoluzione a Pino, potendosi disporre, come guida, del telescopio astrografico Zeiss, mentre la termopila installata a Torino, nella sede del Politecnico di Corso Duca degli Abruzzi, è stata montata su un telescopio equatoriale Stein SK 7B di proprietà dell'Osservatorio, applicandovi un motorino sincrono Crouzet dotato di una riduzione capace di fargli compiere una rotazione di 360° in 24 ore.

La tensione prodotta dalle termopile veniva rilevata su due registratori su carta, un Leeds & Northrup 682-I al Politecnico e un Hewlett & Packard 7155 A all'OATO.

## Misure effettuate

La serie di misure è iniziata il 27 Ottobre 1975 e prosegue ancora adesso.

Si sono scelte giornate particolarmente serene, in cui l'assenza di fenomeni meteorologici di disturbo rendesse il confronto tra i dati ricavati simultaneamente a Pino e a Torino il più possibile probante. Non mancano, tuttavia, o per una precisa intenzione nostra o per imprevedibili mutamenti meteorologici, misure effettuate con cielo non sereno.

Riportiamo nella tabella un quadro sinottico in cui, insieme alla data delle misure, sono stati riportati i risultati più significativi dedotti dalle misure stesse.

## RISULTATI DELLE MISURE EFFETTUATE

| a | b | c | d | e | f | g | h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| n° | data | intervallo | energia raccolta a Pino | a Torino | rapporto e/d | torbidità Pino | Torino |
| 1 | 28-X-75 | $9^h25^m$ - $15^h40^m$ | 5.7563 | 4.8531 | 0.843 | 1.94 | 2.78 |
| 2 | 29-X-75 | 9 15 - 15 40 | 6.1776 | 5 4076 | 0.875 | 1.71 | 2.36 |
| 3 | 30-X-75 | 8 45 - 15 45 | 6.4422 | 5.3552 | 0.828 | 1.83 | 2.82 |
| 4 | 31-X-75 | 9 35 - 15 40 | 3.5045 | 2 2174 | 0.633 | 4.28 | 6.35 |
| 5 | 5-XI-75 | 11 20 - 16 25 | 2.5182 | 2.2063 | 0.876 | 2.83 | 4.60 |
| 6 | 14-XI-75 | 8 55 - 16 10 | 5.9006 | 4.5758 | 0.775 | 2.12 | 3.20 |
| 7 | 20-XI-75 | 9 20 - 15 10 | 4.1288 | 2 5907 | 0.627 | 2.50 | 4.78 |
| 8 | 24-XI-75 | 10 05 - 16 15 | 4.4085 | 3.7296 | 0.846 | 2.50 | 3.33 |
| 9 | 26-XI-75 | 8 50 - 15 05 | 3.9874 | 2 7389 | 0.687 | 3.11 | 4.92 |
| 10 | 29-XI-75 | 8 50 - 16 05 | 5.6425 | 4.0114 | 0.711 | 2.11 | 3.38 |
| 11 | 5-XII-75 | 8 45 - 16 10 | 3.0608 | 2 1386 | 0.699 | 4.56 | 5.80 |
| 12 | 5-I-76 | 9 15 - 15 50 | 5.1589 | 3.7309 | 0.723 | 2.18 | 3.31 |
| 13 | 7-I-76 | 9 20 - 15 50 | 5.3063 | 3 4582 | 0.652 | 2.03 | 3.65 |
| 14 | 28-II-76 | 9 00 - 17 35 | 5.534 | 3.730 | 0.674 | 3.54 | 5.71 |
| 15 | 27-III-76 | 9 40 - 17 40 | 5.937 | 4 822 | 0.812 | 3.60 | 4.83 |
| 16 | 3-IV-76 | 8 45 - 17 50 | 5.989 | 5.390 | 0.900 | 4.35 | 4.96 |
| 17 | 9-IV-76 | 15 00 - 16 30 | 1.357 | 1 180 | 0.870 | 2.75 | 2.76 |
| 18 | 12-IV-76 | 13 45 - 18 25 | 3.075 | 3.006 | 0.978 | 3.36 | 3.46 |
| 19 | 4-V-76 | 9 00 - 18 30 | 8.000 | 6 299 | 0.787 | 2.90 | 4.80 |
| 20 | 17-V-76 | 8 10 - 18 15 | 8.461 | 8.076 | 0.954 | 3.20 | 3.43 |
| 21 | 3-VI-76 | 8 00 - 14 40 | 6.520 | 6.362 | 0 976 | 2.53 | 2.57 |
| 22 | 7-VI-76 | 7 00 - 16 40 | 8.718 | 8.380 | 0.961 | 2.91 | 3.24 |
| 23 | 16-VI-76 | 8 15 - 15 40 | 6.347 | 6 068 | 0.956 | 3.60 | 3.99 |
| 24 | 5-VII-76 | 7 45 - 12 50 | 3.171 | 3.156 | 0.996 | . . . | . . . |
| 25 | 9-VII-76 | 8 00 - 12 00 | 2.895 | 2.850 | 0.984 | 4.59 | 4.75 |
| 26 | 10-VII-76 | 8 15 - 18 20 | 8.637 | 8.302 | 0.961 | 3.12 | 3 44 |
| 27 | 14-VII-76 | 7 50 - 18 10 | 9.119 | 8.796 | 0.965 | 2.92 | 3 11 |
| 28 | 24-VII-76 | 8 50 - 18 00 | 8.617 | 8.382 | 0.973 | 2.60 | 2 65 |

È noto come la legge di Bouguer sia il principale strumento per lo studio dell'attenuazione di una radiazione monocromatica ad opera di un mezzo non trasparente:

$$I_\lambda = I_{o\lambda} \cdot e^{-\tau_\lambda \cdot \sec z} \qquad (1)$$

in cui $I_\lambda$ e $I_{o\lambda}$ rappresentano l'intensità della radiazione di lunghezza d'onda $\lambda$ rispettivamente dopo e prima dell'attraversamento degli strati atmosferici, $z$ è l'angolo zenitale del Sole, e $\tau_\lambda$ è lo spessore ottico degli strati attraversati, parametro adimensionale espresso dalla relazione:

$$\tau_\lambda = -\int_{\infty}^{s} k_\lambda \, ds \qquad (2)$$

dove:

$k_\lambda$ = coefficiente di assorbimento degli strati attraversati rispetto ad una radiazione di lunghezza d'onda $\lambda$
$s$ = quota di riferimento

Della legge di Bouguer è possibile dare un'altra espressione che ne mette in luce una interessante proprietà:

$$ln\, I_\lambda = ln\, I_{o\lambda} - \tau_\lambda \sec z \qquad (3)$$

Infatti, misurando $I_\lambda$ in corrispondenza di angoli zenitali diversi e riportando tali coppie di valori su di un diagramma in $I_\lambda$ e sec $z$ si identifica una retta, detta appunto « retta di Bouguer » che, estrapolata per sec $z$ = 0 porta al valore di $I_{o\lambda}$.

Il Rayleigh giunse per via teorica, già nel secolo scorso, a una definizione dello spessore ottico di un'afmosfera ideale omo-

genea e costituita soltanto di particelle molecolari che diffondessero la radiazione senza assorbirla né rifletterla:

$$\tau_R = -\int_{\infty}^{s} \frac{32\,\pi^3\,(n-1)^2}{3\,\lambda^4\,N}\,ds$$

e, in base alla supposta omogeneità dell'atmosfera, per $s = 0$:

$$\tau_R = \frac{32\,\pi^3\,(n-1)^2\,H_o}{3\,\lambda^4\,N_o} = 1.044 \cdot 10^5\,(n-1)^2\,\lambda^{-4} \qquad (4)$$

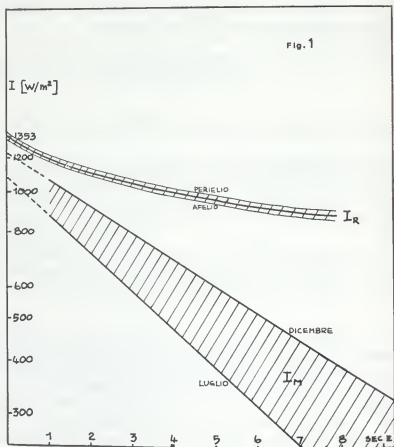
dove:

$n$ = indice di rifrazione dell'aria (variabile con la lunghezza d'onda)
$H_o$ = spessore dell'atmosfera considerata omogenea ($= 8.00 \cdot 15^5$ cm)
$N_o$ = numero di molecole per unità di volume ($= 2.69 \cdot 10^{19}$ cm$^{-3}$)

Una volta nota, attraverso la (4), la legge di variazione dello spessore ottico con la lunghezza d'onda della radiazione incidente, è possibile ricavarne il valore medio rispetto alla lunghezza d'onda per la radiazione solare integrale, utilizzando i valori dell'irraggiamento specifico extra-atmosferico ($I_{oi}$) misurati da Thekaekara (1971) per conto della NASA. Il calcolo va naturalmente ripetuto per parecchi valori della sec $z$, attraverso l'espressione:

$$e^{-\tau_R \cdot \sec z} = \frac{\sum_{i=o}^{\infty} I_{o,i} \cdot e^{-\tau_{R,i} \cdot \sec z}}{I_o} \qquad (5)$$

da cui si risale ai valori dell'irraggiamento ($I_R$) risultante dallo attraversamento di un'atmosfera di Rayleigh (v. fig. 1).

Nella realtà, però, l'atmosfera non è costituita soltanto da particelle molecolari, né i fenomeni che vi avvengono possono essere ridotti alla sola diffusione. A causa di ciò per ottenere lo

spessore ottico reale degli strati atmosferici, si dovranno aggiungere a $\tau_R$ le quote relative alla diffusione ad opera delle particelle di aerosol ($\tau_P$) e all'assorbimento di acuni gas ($\tau_A$).

Si avrà allora:

$$\tau = \tau_R + \tau_P + \tau_A$$

e, dalla (1):

$$I = \int_{0}^{\infty} I_{o\lambda}\, e^{-(\tau_R + \tau_P + \tau_A)\sec z}\, d\lambda \qquad (6)$$

Di $\tau_P$ e $\tau_A$ sono state ricavate dal Moon (1940) espressioni di tipo empirico dipendenti dalle concentrazioni di vapor d'acqua, di polveri e di ozono, nonché dalla pressione atmosferica.

Adottando per tali parametri i valori tipici stagionali è stato possibile, in seguito, ottenere l'andamento dell'irraggiamento solare ($I_M$) in funzione della sec $z$, per tutto l'anno (v. fig. 1).

Naturalmente, anche in questo caso si tratta pur sempre di un « modello atmosferico », che può rappresentare un utile riferimento per la valutazione approssimativa dell'irraggiamento in carenza di dati sperimentali; non è detto, però, che tali dati concordino perfettamente con quelli previsti dal modello di Moon.

Per il controllo e la valutazione dei dati sperimentali acquisiti, si è adottato allora un parametro ben noto agli astronomi, e cioè il fattore di torbidità di Linke ($T$). Esso rappresenta il numero di atmosfere di Rayleigh necessario per produrre un'attenuazione pari a quella misurata; l'irraggiamento integrale misurato può pertanto essere scritto così:

$$I = I_O \cdot e^{-T \cdot \tau_R \cdot \sec z}$$

da cui risulta:

$$T = P(z)\,(ln\, I_O - ln\, I) \qquad (7)$$

avendo posto:

$$P(z) = (\tau_R \cdot \sec z)^{-1}$$

Va tenuto presente, però, che il fattore di Linke varia, sia pur di poco, nel corso del tempo, anche quando le condizioni meteorologiche non mutano; ciò è dovuto al fatto che le particelle molecolari di Rayleigh si comportano, nei confronti della lunghez-

za d'onda della radiazione incidente, in modo diverso da quelle reali; tali variazioni « fittizie » si mantengono, comunque, entro valori percentuali piuttosto bassi.

### Analisi dei risultati

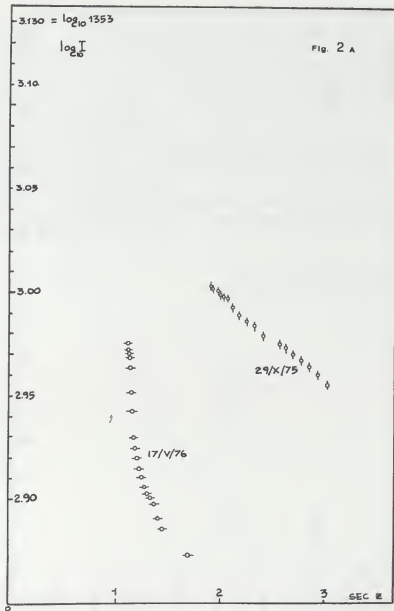
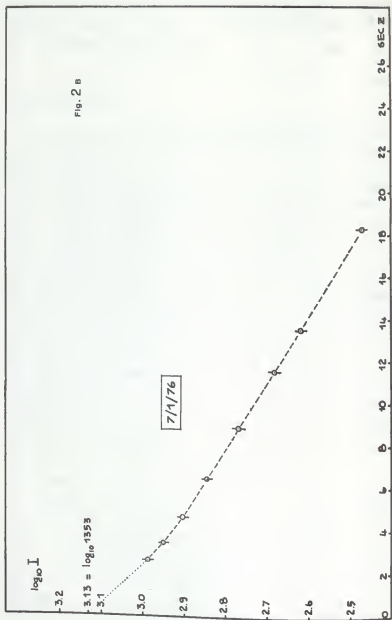
Le considerazioni teoriche esposte precedentemente ci sono servite ad elaborare i dati raccolti e ad ottenere dei risultati abbastanza interessanti.

In primo luogo si sono costruite le « rette » di Bouguer in luce integrale per alcune giornate particolarmente serene, non tanto, ovviamente, per trovare un valore attendibile della costante solare, ma per studiare le modificazioni che la retta subisce, in luce integrale, al variare di sec $z$. In generale si osserva che le curve identificate dai nostri dati sperimentali mostrano, come era prevedibile, una leggera concavità verso l'alto, che tende ad aumentare (v. misura 7-1-76) al diminuire di sec $z$ (fig. 2A - 2B).

In secondo luogo si sono calcolati i fattori di torbidità di Linke, ogni 20 minuti, per tutte le giornate di misura, sia per Torino sia per Pino Torinese, e ne è stata calcolata la media ponderata (i pesi sono costituiti dai valori di $P\ (z)$) su tutto l'arco del periodo di misura, in assenza di formazioni nuvolose di disturbo. Tali valori sono riportati in tabella. Si noti, ad esempio, come la differenza tra i fattori di torbidità tenda ad aumentare durante il periodo invernale (e parallelamente si abbassi il rapporto $E_T/E_P$, fino a differenze massime del 37%, e con una differenza media, da Novembre a Marzo, del 26% circa).

Viceversa, nel periodo tardo primaverile ed estivo i fattori di torbidità si avvicinano sensibilmente, al tendere verso l'unità del rapporto tra le energie raccolte nell'intero periodo di misura. Ciò è facilmente spiegabile con l'andamento del tasso di inquinamento sulla città del corso dell'anno. Il fatto, poi, che il rapporto $E_T/E_P$ sia sempre inferiore a 1 dipende evidentemente dalla differenza di quota (380 m) tra le due località, la quale prevede, teoricamente, un'attenuazione del 5%.

3.130 = $\log_{10}$ 1353
$\log_{10} I$
Fig. 2 A
3.10
3.05
3.00
2.95
2.90
29/X/75
17/V/76
0
1
2
3
SEC z

log10 I
3.2
3.13 = log10 1353
3.1
3.0
2.9
2.8
2.7
2.6
2.5
Fig. 2 B
7/1/76
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
SEC Z

A Pino, i valori più bassi di torbidità si sono registrati il 29-X-75 ($\bar{T}$ = 1.73), seguiti dai valori del 30-X-75 (1.83), del 28-X-75 (1.94), del 7-1-76 (2.03), del 29-XI-75 (2.11) e via, via da tutti gli altri. Si noti come il valore della torbidità tenda ad aumentare nel periodo estivo, in cui le più belle giornate di giugno e luglio non permisero di scendere, rispettivamente, al di sotto di 2,53 (3-VI-76) e di 2.60 (24-VII-76).

Questa ricerca che, come si è detto, è ancora in corso, è stata effettuata nell'àmbito dell'Istituto di Fisica Tecnica del Politecnico di Torino sotto la guida del prof. ing. G. Saggese, cui va il nostro vivo riconoscimento.

Per la loro cordiale collaborazione desidero ringraziare anche i tecnici dell'Osservatorio, e in particolare i sigg. Di Battista, Ferreri, De Sanctis e Anderlucci.

GIAN VINCENZO FRACASTORO

# Insolazione a Pino Torinese

Anche nel periodo Novembre 1975 - Ottobre 1976 sono continuati all'osservatorio i rilevamenti eliofanografici delle ore di insolazione, cominciati nel Gennaio 1968. Nella Tabella I i totali mensili relativi al periodo suddetto sono confrontati come di consueto, sia con quelli analoghi dell'anno precedente, sia con quelli relativi a St. Barthélemy dal Signor Clemente Fillietroz, che qui ringraziamo per averli gentilmente comunicati.

TABELLA I

| Mese | | Pino Torinese | | St. Barthélemy 1975-1976 |
|---|---|---|---|---|
| | | 1974-1975 | 1975-1976 | |
| Gennaio | 1976 | 108$^h$.2 | 188$^h$.4 | 188$^h$.2 |
| Febbraio | » | 146 .2 | 92 .3 | 137 .2 |
| Marzo | » | 93 .8 | 139 .5 | 195 .1 |
| Aprile | » | 218 .0 | 165 .9 | 170 .1 |
| Maggio | » | 173 .2 | 263 .2 | 256 .1 |
| Giugno | » | 226 .5 | 248 .6 | 257 .1 |
| Luglio | » | 285 .5 | 242 .1 | 225 .4 |
| Agosto | » | 159 .1 | 181 .3 | 216 .1 |
| Settembre | » | 93 .9 | 120 .5 | 169 .5 |
| Ottobre | » | 164 .2 | 94 .5 | 101 .3 |
| Novembre | 1975 | 117 .0 | 94 .9 | 120 .0 |
| Dicembre | » | 158 .1 | 122 .6 | 165 .5 |
| Totali | | 1943 .7 | 1953 .8 | 2201 .6 |

L'insolazione nel periodo considerato risulta praticamente uguale a quella dell'anno precedente (1953,8 ore invece di 1943,7), e leggermente superiore alla media di insolazione di questi 8 anni (1858$^{h}$.8).

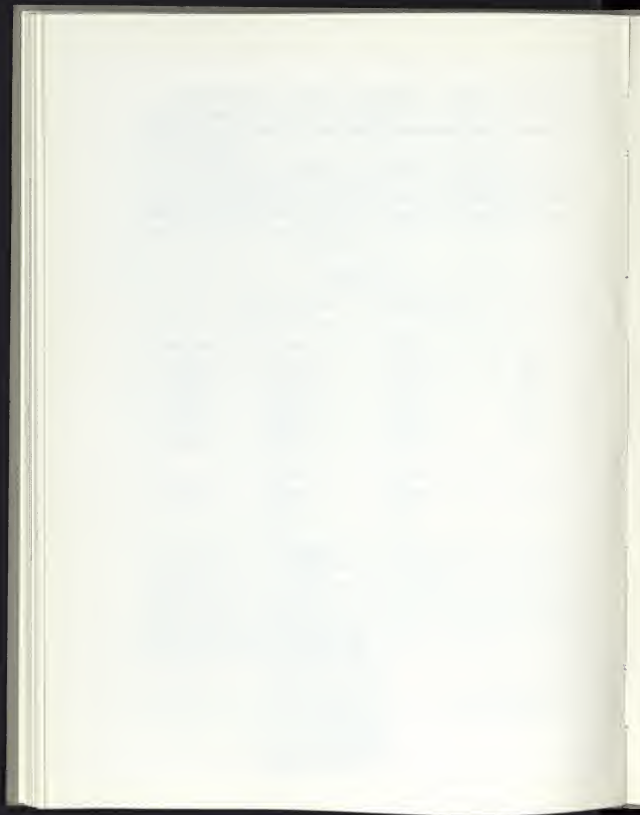
La Tabella II dà un quadro riassuntivo della situazione a Pino Torinese dall'inizio dei rilevamenti e un confronto con quelli di St. Barthélemy. Il rapporto fra l'insolazione annua di St. Barthélemy e quella di Pino Torinese si mantiene con piccole fluttuazioni attorno la valore medio di 1.14.

TABELLA II

| Anno | Pino Torinese | St. Barthélemy | R |
|---|---|---|---|
| 1968-1969 | 1719$^{h}$.4 | 2057$^{h}$.8 | 1.20 |
| 1969-1970 | 1954 .1 | 1986 .6 | 1.02 |
| 1970-1971 | 1887 .0 | 2280 .9 | 1.21 |
| 1971-1972 | 1600 .1 | 1957 .3 | 1.22 |
| 1972-1973 | 1913 .3 | 2215 .7 | 1.16 |
| 1973-1974 | 1898 .9 | 2060 .8 | 1.08 |
| 1974-1975 | 1943 .7 | 2118 .2 | 1.09 |
| 1975-1976 | 1953 .8 | 2201 .6 | 1.13 |
| Media | 1858 .8 | 2109 .9 | 1.14 |

La figura, infine, rappresenta in istogramma la ripartizione delle giornate a seconda dell'insolazione percentuale, rispetto alla massima teorica, da 0 (coperto) a più dell'80 per cento (sereno). Nel periodo cui si riferisce la presente relazione si sono avuti 96 giorni coperti, in confronto coi 94 dell'anno precedente. I giorni sereni sono stati 65 e cioè un po' meno di quelli del periodo Novembre 1974 - Ottobre 1975.

A. Di Battista
M. G. Fracastoro

1-XI-75 31-X-76
100
95
90
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
1-10
11-20
21-30
31-40
41-50
51-60
61-70
71-80
>80

RINGRAZIAMENTO

ALLE SPESE DI PUBBLICAZIONE DI QUESTO ANNUARIO
HANNO GENEROSAMENTE CONTRIBUITO
L'ISTITUTO BANCARIO SAN PAOLO DI TORINO
E LA CASSA DI RISPARMIO DI TORINO.
AD ESSI SIAMO LIETI DI ESPRIMERE
IL NOSTRO VIVO RINGRAZIAMENTO.

INDICE